

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE **269** N^o

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Jacques DAVIOUD

Interne des Hôpitaux
Né à Paris le 22 Mai 1900

LA TOLÉRANCE DES TISSUS POUR LES CORPS ÉTRANGERS

Président : M. LENORMANT, Professeur

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

1932

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1932

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Jacques DAVIOUD

Interne des Hôpitaux
Né à Paris le 22 Mai 1900

LA TOLÉRANCE DES TISSUS
POUR LES CORPS ÉTRANGERS

Président : M. LENORMANT, Professeur

PARIS

AMÉDÉE LEGRAND, ÉDITEUR

93, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 93

1932

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIÈRE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.	GRÉGOIRE.
Physiologie	BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	LEMIERRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	CLERC.
Pathologie chirurgicale	LENORMANT.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPV.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	LOEPER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	M. VILLARET.
Clinique médicale	CARNOT.
	BEZANCON.
	ACHARD.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	TEISSIER.
	DELbet.
Clinique chirurgicale	CUNÉO.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la tuberculose	Léon BERNARD.
Professeur sans chaire	MAUCLAIRE.
	MALON.



II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.

ALAJOUANINE .. Neurologie et Psychiatrie.
 AUBERTIN Pathologie médicale.
 BÉNARD (Henri).. Pathologie médicale.
 BROCC..... Pathologie chirurgicale.
 BRULÉ Pathologie médicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CADENAT..... Pathologie chirurgicale.
 CATHALA Pathologie médicale.
 CHABROL..... Pathologie médicale.
 CHAILLEY-BERT. Physiologie.
 CHEVALLIER.... Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 DONZELOT Pathologie médicale.
 ÉCALLE Obstétrique.
 FEY Urologie.
 GASTINEL Bactériologie.
 GATELLIER Pathologie chirurgicale.
 DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
 GIROUD Histologie.
 HARVIER..... Pathologie médicale.
 HAZARD Pharmacologie.
 HOVELACQUE ... Anatomie.
 HUGUENIN Anatomie pathologique.
 HUTINEL Pathologie médicale.
 JOANNON Hygiène.

MM.

LABBÉ (Henri) ... Chimie biologique.
 LAROCHE (Guy).. Pathologie médicale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 LÉVY-VALENSI .. Neuro-psychiatrie.
 LIAN Pathologie médicale.
 MILLOT..... Histologie.
 MONDOR Pathologie chirurgicale.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET... Pathologie chirurgicale.
 MOURE Pathologie chirurgicale.
 MULON Histologie.
 OBERLING..... Anatomie pathologique.
 OLIVIER..... Anatomie.
 PIÉDELIEVRE... Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 QUÉNU..... Pathologie chirurgicale.
 RICHET Fils Physiologie.
 SANNIE..... Chimie biologique.
 SÉZARY Dermatologie et syphiligraphie.
 VALLERY-RADOT
 (Pasteur)..... Pathologie médicale.
 VAUDESCAL Obstétrique.
 VELTER Ophtalmologie.
 VERNE Histologie.
 VIGNES Obstétrique.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

GUÉNIOT..... Obstétrique.
 LEQUEUX Obstétrique.
 LEROUX..... Anatomie pathologique.

MM.

NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
 RETTERER..... Histologie.
 ZIMMERN..... Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DU COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.		MM.	
ABRAMI	Clinique médicale.	MATHIEU.....	Clinique chirurgicale.
CHIRAY	Clinique médicale.	MOCQUOT	Clinique chirurgicale.
DEBRÉ	Clinique médicale.	PROUST	Clinique chirurgicale.
DUVOIR	Clinique médicale.	SCHWARTZ	Clinique chirurgicale.
BASSET	Clinique chirurgicale.	LE LORIER.....	Clinique chirurgicale.
CHEVASSU.....	Clinique chirurgicale.	LÉVY-SOLAL	Clinique obstétricale.
HEITZ-BOYER...	Clinique chirurgicale.	METZGER	Clinique obstétricale.

V. — CHARGÉS DE COURS

MM. MAUCLAIRE, professeur sans chaire.....	}	Chargé du cours de chirurgie orthopédique chez l'adulte pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes adultes.
FREY.....		Stomatologie.
CHAILLEY-BERT, agrégé....		Education physique.
LEDoux-LEBARD.....		Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ.....		Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR LENORMANT

Professeur de Clinique Chirurgicale, à la Faculté
Chirurgien de la Pitié.

*Qui nous a fait l'honneur de pré-
sider cette thèse. En témoignage
de reconnaissance.*

A M. LE PROFESSEUR RATHERY

A M. LE DOCTEUR BAZY

*Dans les laboratoires desquels nous
avons pu poursuivre à la Faculté et
au Collège de France la partie expé-
rimentale de ce travail.*

*En témoignage de notre reconnais-
sance pour la bienveillance de leur
accueil, et l'affection qu'ils n'ont
cessé de nous témoigner.*

A MES MAÎTRES DURANT MON INTERNAT

1926 : (Int. prov.) M. LE PROFESSEUR AGRÉGÉ
PAUL MATHIEU.

1929 : M. LE DOCTEUR BAUMGARTNER.

1930 : M. LE DOCTEUR ROBINEAU.

M. LE PROFESSEUR LEGUEU.

1931 : M. LE DOCTEUR ROUX-BERGER.

1932 : M. LE DOCTEUR BAZY.

*En témoignage de gratitude pour
l'enseignement qu'ils nous ont donné
dans leurs services.*

A MES AMIS ET CAMARADES
DE SALLE DE GARDE

A MON MEILLEUR AMI
JEAN SIGWALD.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

Lorsqu'un corps étranger quelconque, d'origine opératoire ou accidentelle demeure inclus dans les tissus sans provoquer de troubles apparents, on dit généralement qu'il est « toléré ». Le choix même de ce mot implique des réserves quant à la possibilité d'accidents ultérieurs.

L'exemple des suppurations secondaires du matériel d'ostéosynthèse justifie ces conclusions prudentes. Au niveau de plaques ou de lames « tolérées », depuis longtemps, on voit parfois survenir des réactions à allure inflammatoire, déconcertantes tant par la date que par les circonstances de leur apparition. Aucune technique ne s'en est affranchie complètement ; aussi ce risque, imprévisible semble-t-il, d'accidents tardifs a conduit beaucoup de chirurgiens à pratiquer systématiquement l'ablation secondaire du matériel inclus. On ne demande, somme toute, à celui-ci qu'un rôle temporaire de contention.

Toute une chirurgie nouvelle exige, au contraire, de corps étrangers inclus opératoirement une fonction permanente : prothèse osseuse massive, plombage de cavités d'apicolyse, renforcement de parois dans

la cure de hernies ou d'éventrations, drainage lymphatique des œdèmes (éléphantiasis), etc. Là encore, la tolérance des tissus pour les C. E. est irrégulière. L'élimination du matériel inclus représente alors un échec total, voire une catastrophe : ceci rend très discutées les indications de cette chirurgie, dite de prothèse.

Des accidents analogues ont été signalés dans beaucoup d'autres circonstances : paraffinomes et vaselinomes tardifs, suppurations imprévues au niveau d'injections de sels insolubles, C. E. traumatiques des tissus (éclats d'obus, par exemple) ou C. E. intra-oculaires, tantôt tolérés, tantôt mal tolérés, etc.

Chirurgiens, médecins, spécialistes, chacun dans son domaine a tenté d'expliquer l'allure capricieuse en apparence des réactions des tissus aux C. E.

*
* *

Nous avons pensé qu'il pouvait être intéressant de grouper ces travaux. Le sort d'un C. E. inclus dans les tissus dépend de lois qui sont les mêmes quel que soit le C. E. et quel que soit le tissu. Elles apparaissent mieux, sont plus faciles à étudier, ou restent au contraire obscures selon les cas que l'on envisage. Il y a donc intérêt, croyons-nous, à multiplier les circonstances d'observation. L'ensemble de ces lois que, sans prétendre faire toujours œuvre originale, nous nous efforcerons de préciser, forme

un chapitre de pathologie générale ; la tolérance des C. E. chirurgicaux n'est qu'un cas particulier qui peut bénéficier d'une étude d'ensemble.

Tout en nous attachant spécialement à ceux qui présentent un intérêt chirurgical, nous étudierons donc des C. E. très divers inclus dans des tissus variés. Nous limiterons seulement notre définition des C. E. aux substances étrangères à l'organisme par leur composition, solides, et enclavées dans les tissus, à l'exclusion des C. E. intra-cavitaires (vessie, bronches).

Nous désirons rechercher si l'on peut conclure des réactions des tissus au contact d'un C. E. que celui-ci est « accepté » par l'organisme, ou « sous menace », ou encore « en voie d'élimination » ; celle-ci pouvant n'être flagrante qu'après des mois ou des années.

Nous avons basé cette étude sur des travaux expérimentaux publiés surtout à l'étranger et sur des constatations opératoires ou cliniques relevées dans la littérature. Nous y avons ajouté un certain nombre d'expériences personnelles qui, nous l'avouons, sont trop peu nombreuses.

Ce travail est très incomplet. Il n'a d'autre prétention, que de présenter en les classant les données du problème et de servir de cadre à des travaux ultérieurs.

On a depuis longtemps soupçonné que les réactions des tissus au contact des corps étrangers étaient conditionnées par un certain nombre de facteurs d'importance inégale.

Nous décrirons, ceci n'est pas nouveau, trois facteurs principaux dont dépend le sort d'un C. E.

a) *Facteur chimique* : nature même du C. E., son altérabilité.

b) *Facteur bactériologique* : caractère plus ou moins septique du C. E.

c) *Facteur mécanique* : traumatismes qu'exerce le C. E. sur les tissus voisins.

A ces trois facteurs principaux nous en ajouterons d'autres que nous dirons accessoires parce qu'ils dépendent étroitement de l'un des facteurs précédents :

Volume et surface du C. E.

Sa situation superficielle ou profonde.

Phénomènes électriques à son niveau.

Facteur personnel (âge, tares, etc.).

Nous discuterons quelle est l'importance relative de ces facteurs, dans quelle mesure ils se chevauchent et réagissent les uns sur les autres.

L'étude de ces facteurs nous montrera comment les tissus subissent les C. E. Nous aurons alors à

discuter si, indépendamment de cette réaction passive, l'organisme a une tendance propre à éliminer toute substance non vivante incluse dans ses tissus, ou si, certaines conditions remplies, il les accepte.

Nous rappellerons brièvement comment a été conçu dans ces cinquante dernières années le problème de la tolérance des C. E., particulièrement du point de vue chirurgical.

Après la thèse de Weiss (1880) classique et bien lointaine, les anatomo-pathologistes étudient seuls pendant longtemps des C. E. divers, soit au point de vue de la résorption du matériel de suture chirurgical, soit surtout pour vérifier les phénomènes de phagocytoses à l'occasion de C. E. pulvérulents (Cassaet 1892).

En chirurgie, la notion d'infection a d'abord expliqué tous les phénomènes d'intolérance aux C. E. Chercher le microbe est le souci très à l'ordre du jour de cette époque (Thierry, 1893).

A la suite de premières ostéosynthèses apparaît la nécessité d'un matériel inaltérable (aluminium, Doisy, 1894 ; nickel, Potarka, 1899 ; or, Lambotte).

Fieshi, pour le caoutchouc en 1913 ; Delbet, pour l'ébonite en 1914, montrent le parti que l'on peut tirer de l'inertie chimique d'un C. E. vis-à-vis des humeurs. Cette « chirurgie du caoutchouc » brillera d'un éclat éphémère pendant la guerre (Mauclaire, Delbet, Platon etc.).

Les retards de consolidation de l'ostéosynthèse demandent bientôt que soit précisé le rôle de ce fac-

teur chimique de tolérance (Hey Groves, 1913 ; Trout, 1915 ; Leriche et Policard, 1918 ; Stanley et Gatelier, 1921, etc.). Cette recherche aboutira aux publications de Zierold 1924, et de Max Lange, 1926, qui sont le procès de l'emploi de l'acier comme matériel de synthèse.

En France, le souci de l'asepsie domine encore presque seul les grandes discussions de 1924 sur l'ostéosynthèse. L'étude des C. E. de guerre a ressuscité la notion du microbisme latent de Verneuil (Lecène et Frouin, 1916 ; Lésné et Phocas, 1916 ; Le Fort, 1918). Plus que jamais « un C. E. est toujours toléré pourvu qu'il soit aseptique » (Fredet).

Quelques isolés défendent encore le rôle de l'inertie chimique d'un C. E. dans sa tolérance et montrent qu'à cette condition on peut inclure un matériel massif (manchonnage au bronze d'aluminium, Robineau et Contre-Moulins ; prothèse osseuse en ébonite, Robineau, Delbet).

Enfin, ces 10 dernières années, Contremoulins et ses élèves ont renouvelé les idées de Claude Martin (1899) sur la nécessité du « montage mécanique », qui devient ainsi le facteur de tolérance à l'ordre du jour.

En conclusion, chacun des facteurs de tolérance que nous aurons à étudier semble avoir eu son heure de vogue et a prétendu expliquer à peu près seul les éliminations des C. E. inclus.

Il était naturel dans ces conditions que celles-ci soient restées qualifiées de « capricieuses », « troublantes », etc.

FACTEUR CHIMIQUE

Il est classique de diviser les C. E. en deux groupes : résorbables et non résorbables.

En fait, il semble exceptionnel et même douteux ; qu'une substance quelconque introduite dans les tissus ne présente après quelque temps les traces d'une altération plus ou moins profonde : les C. E. dits non résorbables ne sont le plus souvent que les C. E. peu ou très lentement résorbables.

Les métaux en particulier montrent au minimum des modifications de leur surface. Certains même sont résorbés (magnésium) ou se fragmentent (fil d'argent). On a discuté s'il s'agissait là de phénomènes d'oxydation, de formation de chlorures ou de produits organo-métalliques. Pour Labbé qui a étudié la résorption de l'huile grise, le mercure se combinerait aux albumines et à l'acide nucléinique.

La preuve de cette attaque a été faite pour des substances réputées inertes : Vaccari a vu des fragments d'éponge de caoutchouc se morceler. Selon Juckfuss, la paraffine est lentement oxydée dans les tissus. Mariani a trouvé chez les porteurs de vésiculomes des cuti-réactions positives aux huiles minérales.

On a conclu depuis longtemps de ces faits que la tolérance d'un C. E. devait être fonction de son inertie chimique.

★
★ ★

Nous chercherons à déduire de quelques exemples dans quelle mesure la nature chimique d'un C. E. commande la tolérance clinique et les réactions histologiques des tissus qui l'enclavent.

Nous choisirons ces exemples au niveau de tissus tels que muscles, tissu cellulaire et péritoine, tissus susceptibles d'offrir à des C. E. variés une gamme de réactions faciles à classer.

L'os, au contraire, est un tissu complexe dont les réactions sont lentes à se produire, difficiles à étudier et à rapporter à leur véritable cause. L'étude de cas plus simples que nous envisagerons d'abord facilite à notre avis l'interprétation des phénomènes de tolérance et d'intolérance du tissu osseux vis-à-vis des corps étrangers.

★ ★
★

Substances non métalliques

Particules alimentaires. — Elles semblent avoir été le matériel de choix pour l'étude C. E. facilement résorbables.

Brandes a étudié les réactions autour de fragments d'aliments devenus intra-péritonéaux à la suite d'une perforation d'ulcus. Il décrit au nodule d'enkystement trois couches :

a) Au centre, les fragments du C. E. entourés d'un nombre plus ou moins considérable de cellules géantes ;

b) Plus à l'extérieur, une couche moyenne de cellules épithélioïdes arrondies ou ovales placées les unes contre les autres ;

c) A la périphérie, une couche de cellules fusiformes à caractères conjonctifs.

Alessandri a retrouvé une disposition analogue à type pseudo-tuberculeux. Il a noté l'absence dans tous les cas de points de nécrose.

Fragments d'éponge. — Carnot et Ranvier ont suivi l'organisation de l'hématome dans les mailles d'une éponge insérée dans le foie d'un chien. Ils ont noté à la périphérie la prolifération d'un tissu conjonctif richement vascularisé et l'existence contre les spicules de l'éponge de cellules géantes.

Moelle de sureau, débris de liège. — Pour Franchetti, autour de fragments un peu importants, il se forme une capsule tapissée intérieurement d'un tissu de granulation analogue à celui que l'on retrouve dans la réparation des pertes de substance. Il contient des cellules conjonctives jeunes, des cellules épithélioïdes, des cellules blanches émigrées du sang et, avec une abondance particulière, des cellules géantes.

Fragments d'étoffe, fils de cellulose. — Egidi, von Bayer, Durand René, entre autres, ont constaté la

présence d'une réaction giganto-cellulaire entourée d'une zone de sclérose.

Paraffine. — Expérimentalement (Franchetti), l'injection de paraffine provoque autour de ce C. E. la formation d'une gaine conjonctivale bien vascularisée, composée de fibroblastes, de cellules géantes, de cellules épithélioïdes, et de phagocytes du C. E.

Les lésions décrites sous le nom de paraffinome ou de vaselinome ont été souvent étudiées (Mauclaire, Lenormand et Ravaut, Forestier, Paillet etc.). Entre les mailles d'un tissu fibro-conjonctif, on trouve des myriades d'alvéoles : les unes ne contiennent qu'une énorme cellule géante bourrée d'inclusions de paraffine pouvant lui donner un aspect spumeux. Les autres renferment des masses plus importantes de paraffine serties par une couronne de cellules géantes ou épithélioïdes.

Pour Paillet et beaucoup d'auteurs, le morcellement de la paraffine en gouttelettes d'une extrême ténuité augmente d'une façon démesurée la surface de contact entre le C. E. et les tissus, et par là même hypertrophie une réaction banale en elle-même, qui peut alors envahir la peau.

D'autres auteurs ont vu dans les paraffinomes et vaselinomes des réactions infectieuses atténuées. L'absence de germes constatée par des inoculations n'a pas vérifié cette hypothèse.

Nous retiendrons de l'étude des paraffinomes un certain nombre de faits que nous aurons l'occasion

de mettre en parallèle avec des réactions secondaires de matériel d'ostéo-synthèse :

— Leur rareté relative par rapport à l'emploi fréquent de la paraffine en matière de prothèse à la suite des travaux de Gersulung, et des huiles minérales comme solvant pendant la guerre.

— La longue tolérance des tissus pour ces C. E. Avant le début des phénomènes d'intolérance, il s'écoule en général un à deux ans (Piechaud), parfois huit ans (Forestier). Nicod, Mariani, Forestier ont alors invoqué « une sensibilité particulière qui fait que tel sujet réagit alors qu'il ne réagissait pas auparavant ».

— Le caractère extensif des lésions par le seul fait du morcellement du C. E.

— La possibilité de suppuration aseptique.

Crins de Florence. — Nous avons vérifié la réaction des tissus autour d'un crin non serré inclus sous le péritoine d'un chien pendant deux mois.

Au contact du C. E., les fibrocytes sont transformés en cellules d'aspect épithélioïde en couche épaisse. Pas de cellules géantes.

Plus en dehors, les éléments conjonctifs se raréfient, la substance interstitielle devient plus abondante avec une légère réaction scléreuse.

Cette division de la réaction en deux couches, clivées même par endroits était d'une netteté remarquable par l'orientation différente des cellules les composant.

L'emploi de crins perdus pour la suture de parois entraîne parfois de petites suppurations qui se fistulisent jusqu'à l'ablation du C. E. Peut-être, la matière colorante des crins y est-elle pour quelque chose, mais nous croyons qu'il s'agit surtout, comme nous le verrons, de petites infections car la fréquence de ces accidents varie avec les opérateurs.

Caoutchouc. — Il a été remarqué depuis longtemps que les drains de caoutchouc n'étaient pas un obstacle au bourgeonnement des plaies.

Fieshi, le premier semble-t-il, a publié les résultats d'inclusions d'éponge de caoutchouc chez l'animal et chez l'homme. Il a décrit avec enthousiasme la facilité avec laquelle les tissus acceptent le caoutchouc qu'il va jusqu'à baptiser « *carne nuova* ». Chez l'animal, Fieshi a vu des axes conjonctivo-vasculaires pénétrer et organiser les cavités de l'éponge ; chez l'homme, il a employé l'éponge de caoutchouc, avec succès, pour obturer des hernies crurales.

Simultanément, et surtout depuis, de nombreux chirurgiens ont inclus dans les tissus du caoutchouc sous forme de feuilles de préférence, particulièrement pendant la guerre. Citons :

— Isolement de tendons restaurés (Delbet, Mauclore, Veauveau) ;

— Isolement de nerfs suturés ou menacés par un foyer de fracture (Mauclaire, Platon, Saint-Martin).

- Réparation de brèches aponévrotiques (Veau-deau et Hughier Mouchet et Guillermin) ;
- Cure des éventrations (Delbet) ;
- Cure de hernies à parois faibles (Scandola) ;
- Drainage lymphatique des éléphantiasis (Walther).

Nous ne pouvons citer tout ce que le caoutchouc a servi à réparer, ou à remplacer, particulièrement en Italie.

En général, tous ceux qui l'ont employé ont insisté sur la bonne tolérance et l'inaltérabilité du caoutchouc inclus dans les tissus.

Quelques échecs ont pourtant été notés. François Julien (1919), groupant les opérations de Walther pour éléphantiasis signale quelque abcès ayant rendu nécessaire l'ablation du tube. Nous ne savons s'il s'agissait d'élimination septique. Ces accidents semblent rares et Walther a suivi des tolérances pendant plus de 10 ans. Platon a rapporté, en 1918, cent observations d'isolement de nerfs par manchonnage de caoutchouc avec 5 % d'éliminations. Une seule fois, il y aurait eu selon l'auteur « incompatibilité pour le caoutchouc » ; dans les quatre autres cas, il s'agissait d'infection.

Vaccari a fait remarquer que « la chirurgie du caoutchouc » n'a été précédée d'aucune étude histologique et à la suite de ses expériences, il a vivement critiqué les conclusions de Fieshi : « La capsule néoformée qui entoure le caoutchouc présente la même structure qu'autour de C. E. variés tels que l'éponge,

la paraffine, etc, avec des variations peu appréciables si ce n'est dans le petit nombre de cellules géantes. Le caoutchouc se comporte donc comme les autres corps étrangers aseptiques et l'on ne peut attribuer de réaction spéciale aux tissus qui les entourent. »

Nous avons, sur des chiens, pratiqué quelques inclusions de caoutchoucs divers.

— Fragments de tubes de caoutchouc sous la peau. Inclusion de trois mois. Au contact du C. E., on trouve des éléments conjonctifs en transformation épithélioïde. Par places, présence de petits plasmods ; cette couche peu épaisse, repose sur une bande de 4 à 5 assises de fibroblastes nettement séparés des tissus voisins qui sont normaux.

— Dans le cas d'éponge de caoutchouc, nous avons obtenu une réaction avec macrophages nombreux et plasmods rappelant des cellules géantes contenant des enclaves de petits fragments de caoutchouc. Un tissu conjonctif jeune a tendance à occuper les mailles de l'éponge.

— Le caoutchouc mousse nous a donné des réactions plus vives encore avec nombreux polynucléaires. Le fragment inclus, dans plusieurs cas, a été retrouvé baignant dans un liquide séro-purulent aseptique.

Ces réactions différentes nous semblent s'expliquer par les impuretés qu'on trouve en proportion souvent considérable dans les caoutchoucs livrés par le commerce. Certains de nos échantillons nous ont donné à l'incinération plus de 25 % de matières minérales ; c'était particulièrement le cas du caoutchouc mousse qui du fait de sa structure serait, nous le croyons,

d'un emploi très intéressant si l'on revenait à son premier procédé de fabrication.

Donath à l'analyse d'échantillons de caoutchouc a trouvé comme substances étrangères de la craie, de l'oxyde de zinc et du silicate de magnésie. Nous pensons que ce sont ces substances qui rendent possible la fragmentation d'éponges de caoutchouc.

Walther a insisté sur la nécessité d'éliminer des tubes de caoutchouc que l'on veut inclure, l'excès de soufre non combiné qu'ils contiennent.

Le caoutchouc peut enfin contenir des substances toxiques, sulfure d'antimoine qui le colore en rouge, sulfure de mercure employé pour sa vulcanisation, etc.

Pour conclure des réactions de tissus au contact du caoutchouc, il faudrait poursuivre une expérimentation avec une matière exempte de toute substance étrangère et surtout non colorée.

Ebonite. — L'ébonite semble avoir eu en France auprès de certains chirurgiens le succès qu'à connu le caoutchouc en Italie ; il semble que ce soit plus justifié et que l'ébonite se rapproche davantage du C. E. inerte idéal.

— Inclusion de 45 jours d'un fragment d'ébonite dans un muscle de chien. Au contact du C. E., une couche unique de cellules épithélioïdes manquant même par endroits. Plus en dehors, quelques assises de fibroblastes accolés, orientés circulairement. Pas de macrophages. Ni

réaction scléreuse, ni réaction inflammatoire. En dehors de la capsule le muscle est normal.

— Nous avons obtenu les mêmes réactions sous la peau et dans le péritoine.

On peut faire à l'ébonite le même reproche qu'au caoutchouc : la fréquence des substances adjuvantes qui, pour les fabricants, font du poids à bon marché. La vulcanite (caoutchouc de dentiste pour appareils) est particulièrement riche en produits inertes ou colorants. Ici encore, il faudrait pouvoir expérimenter avec des produits purs composés seulement de gomme para et de soufre.

Péan le premier a utilisé une pièce en ébonite pour remplacer une extrémité supérieure de l'humérus réséquée pour ostéosarcome (*Thèse* de Pruvost, Paris, 1896).

Delbet, puis Ducoing d'une part, Robineau et Contremoulins, d'autre part, ont utilisé pour des prothèses osseuses massives des pièces en ébonite ou en acier recouvertes de vulcanite. Tous ces opérateurs ont noté la parfaite tolérance des tissus pour l'ébonite. Les trois échecs que Delbet a rapportés ne doivent pas être imputés à une action chimique de l'ébonite sur les tissus, mais au réveil après l'intervention d'un microbisme latent au niveau de débris de projectiles restés inclus.

Ivoire. — L'ivoire a été étudié comme C. E. par Kampz, Marchand, Koenig.

L'ivoire se résorbe lentement. Birsher a vu une cheville d'ivoire de 4 centimètres et demi de longueur,

introduite dans la cavité médullaire d'un os, réduite à 1 centimètre et demi après dix ans. Au contact de l'ivoire, on a noté la présence de cellules géantes.

Mauclaire a employé des prothèses en ivoire (cas rapportés par Beaume, en 1927), les résultats éloignés ont été très irréguliers.

Métaux

On ne trouve dans la littérature que peu d'expériences relatives aux réactions microscopiques au contact des métaux, de tissus simples, tissu cellulaire, muscles, etc. Presque tous les auteurs n'ont étudié que les réactions de l'os.

Du point de vue de la chirurgie osseuse, il nous semble intéressant de rappeler cette réaction d'enkystement. Même si l'os tolérât tous les métaux, l'élimination secondaire du matériel d'ostéo-synthèse pourrait provenir de la réaction des tissus voisins péri-osseux au contact desquels se trouvent souvent une des faces du matériel employé.

Les quelques expériences d'inclusion de métaux que nous rapporterons ont été toujours faites avec des C. E. de même forme, de même volume (Tiges polies de 4 mm. de diamètre et de 2 cm. de longueur), inclus dans les mêmes tissus, aux mêmes endroits. Dans tous les cas, où nous avons observé des réactions vives, nous avons répété les expériences et vérifié la constance de ces réactions.

Nickel.

Au contact du C. E., une ou deux assises de cellules épithélioïdes mêlées à des cellules lymphocytoïdes. Quelques plasmodes. Cette couche repose sur plusieurs assises de fibrocytes tassés. De suite après, le tissu musculaire est normal.

Le matériel que nous avons employé est critiquable ; ce n'était pas du nickel massif mais du laiton nickelé. C'est peut-être à une fragmentation de cette mince couche de nickel qu'il faut rapporter la présence de plasmodes.

Argent.

Au contact du C. E., les tissus sont nécrosés. Plus en dehors, tissu conjonctif jeune de néoformation avec de nombreux capillaires, de nombreux lymphocytes et plasmodocytes. Une bande de sclérose épaisse, limite nettement les tissus réactionnels et les muscles environnants qui sont normaux, sauf par places dans le conjonctif interfasciculaire une infiltration discrète polynucléaire.

Cette tendance à la sclérose autour de fils d'argent a été depuis longtemps remarquée. Certains chirurgiens y ont vu une contre-indication formelle à l'emploi de fils d'argent pour le cerclage des fractures : le tissu scléreux n'est pas un milieu ossifiable.

En Angleterre, on a utilisé des treillages en fils d'argent pour consolider dans la cure de hernies ou d'éventrations une paroi déficiente. Percival P. Cole semble être le dernier défenseur de cette méthode qu'Hutchinson a condamnée.

Bronze d'aluminium.

Inclusion de bronze d'aluminium Durville n° 100 à 10 % d'aluminium ; la réaction comprend 3 zones :

- Une couche inflammatoire en contact avec le C. E ;
- Une couche scléreuse formant capsule ;
- Au delà de celle-ci, on remarque dans les muscles voisins des zones de dégénérescence locale partielle avec formation de plasmodes.

Il ne nous semble donc pas exact de conclure que le bronze d'aluminium n'est pas altérable chimiquement dans l'organisme et que sa tolérance est égale à celle de l'ébonite.

Or. — La réaction des tissus au contact de l'or est sensiblement la même que pour le bronze d'aluminium, légèrement plus accentuée toutefois.

Au contact du C. E. un tissu de granulation avec des polynucléaires très altérés. Pas de cellules géantes.

Au delà, une épaisse couche scléreuse.

Dans les muscles voisins, des travées de tissu conjonctif richement vascularisé dissocie les faisceaux musculaires.

Cuivre rouge. La réaction au contact du cuivre rouge est tellement importante que pensant à des fautes de technique, nous avons plusieurs fois répété nos expériences. Zierold avant de conclure a eu le même souci.

Ce qui frappe, c'est l'hyperplasie énorme de la réaction conjonctive et de l'abondance des capillaires néoformés.

Cette réaction est entourée par une zone épaisse de sclé-

rose. Au delà du noyau d'enkystement, on trouve des fibres musculaires en voie de désintégration.

Cette action toxique des produits résultant de l'attaque du cuivre rouge inclus dans les tissus a été signalée par de nombreuses observations cliniques ou opératoires.

Dujarier a dit avoir dû renoncer à l'emploi pour le cerclage des os de fils de cuivre recuit : il y avait constamment suppuration.

Les ophtalmologistes ont signalé depuis longtemps la gravité des C. E. intra-oculaires en cuivre ; ceci, indépendamment, bien entendu, du fait que le cuivre n'étant pas magnétique, son extraction du globe oculaire est difficile.

Fer et acier. — La réaction de tissus en contact est des plus importants qu'il nous ait été donné de voir.

— Acier fondu, Stubb intra-musculaire.

Au contact du C. E. tissu conjonctif jeune à réaction inflammatoire. Très nombreux macrophages bourrés de granulations brunes. De nombreuses cellules géantes avec inclusions ferrugineuses. On passe directement de cette zone au tissu musculaire voisin dont la plupart des éléments sont nécrosés. Plus en dehors encore, dans les régions où le tissu musculaire redevient normal, on constate une infiltration du tissu conjonctif péri-fasciculaire par de petits éléments véhiculant de granulations jaune-brunâtre.

— Dans un autre cas, également avec de l'acier fondu Stubb, nous avons trouvé sur une de nos coupes, en rap-

port avec une fusée réactionnelle partie du C. E., un véritable petit abcès au niveau duquel aucun microbe n'était visible.

— A la surface du péritoine tapissant la vessie, chez un chien, nous avons fixé par quelques points une petite plaque de Sherman en acier bleui. Deux mois après, à l'autopsie de l'animal :

Adhérences épiploïques au niveau de l'inclusion ;

Le péritoine vésical était épaissi, blanchâtre ;

La musculuse était le siège d'une infiltration qui la cartonnait ;

La muqueuse vésicale était blanchâtre, d'aspect cicatriciel.

A titre de témoin, nous avons inclus à quelques centimètres de cette plaque une pièce analogue taillée dans de l'ébonite : celle-ci à l'autopsie restait visible sous un mince feuillet la recouvrant ; aucune lésion de la musculuse ni de la muqueuse dont la souplesse est normale.

Ce qui nous a semblé caractériser la réaction cellulaire au contact de l'acier, c'est l'absence de réaction sécrétoire limitant, microscopiquement, le foyer inflammatoire.

On a souvent noté que les C. E. en acier inclus depuis longtemps étaient en partie ou en totalité transformés en une matière peu cohérente ayant l'aspect de la rouille. Nous pensons que c'est à cette fragmentation des produits d'attaque de l'acier par les humeurs qu'il faut rapporter la tendance du foyer inflammatoire à diffuser. Il y a là un phénomène un peu comparable à ce qui se passe dans les paraffinomes, indépendamment, bien entendu, de l'action toxique propre des sels de fer.

Nous regrettons de n'avoir pu, à l'exemple de Zierold qui, du reste, ne l'a fait qu'au contact de l'os, spécifier les réactions particulières des aciers riches et pauvres en carbone.

Max Lange a rapporté les réactions du fer doux inclus dans un muscle. Il note :

« Une capsule épaisse, séparée du C. E. par une large zone; riche en cellules, à caractère inflammatoire. La musculature voisine est modifiée dès le début, très fortement, la désintégration du fer agissant continuellement pour provoquer de nouvelles excitations... Il n'y a guère de différence dans les implantations datant de un et quatre mois. »

Lange conclut que le fer est toléré mais que cette tolérance se fait avec une réaction très forte des tissus voisins. Nous ne comprenons pas cette discrimination car pour nous « intolérance » et « réaction vive des tissus voisins » sont synonymes.

Ces dernières années, on a beaucoup étudié en Allemagne la tolérance d'un acier Krupp inoxydable, (acier Vera) spécialement créé pour la chirurgie osseuse. Ce serait le C. E. idéal, à classer parmi les C. E. indifférent chimiquement. Il semble d'après les descriptions de Lange qu'il se forme autour de lui une capsule à fibroblastes séparée de la pièce incluse par du tissu lâche (?). Nous verrons à propos de la tolérance osseuse qu'il faut faire des réserves sur cette inertie chimique de l'acier Krupp inoxydable.

*
* *

Conclusions

A. — La réaction des tissus qui enclavent un C. E. aseptique et non traumatisant se fait toujours selon le même processus quel que soit le C. E. et quel que soit le tissu.

Cette réaction comprend deux parties :

1^o Une réaction d'enkystement. Elle est indépendante du tissu envisagé en ce sens que c'est, avant tout, une réaction du tissu conjonctif de soutien et de remplissage si généralement réparti. Cette réaction se divise elle-même en deux zones nettement distinctes par l'orientation différente des éléments qui les composent :

a) Au contact du C. E., le pénétrant même, s'il est spongieux, une couche plus ou moins épaisse de tissu granuleux, de cellules épithélioïdes, de macrophages divers, de cellules géantes. Nous l'appellerons « zone de désintégration ». Ce sont les éléments qui la constituent qui concourent à la destruction du C. E. ; ce sont eux qui souffrent les premiers si la destruction du C. E. met en liberté des produits toxiques ;

b) En dehors de cette couche, une capsule de tissu conjonctif adulte plus ou moins riche en éléments cellulaires. Cette capsule est perméable et sa perméabilité varie, en particulier avec la nature du C. E.

Elle laisse filtrer la lymphe et cette propriété permet le traitement de l'éléphantiasis au moyen de drains perdus. Mais alors que Walther en employant des tubes de caoutchouc a eu des succès de plus de dix ans, l'opération de Handley a dû être abandonnée : l'œdème récidivait dès que la capsule était complètement organisée autour des fils de soie abandonnés comme matériel de drainage dans le tissu cellulaire.

2° Au delà du nodule d'enkystement ainsi formé, les tissus voisins peuvent représenter soit le cheminement de cellules chargées de particules provenant de la désintégration du C. E., soit surtout, des altérations propres.

Il est inexact de dire qu'un C. E. derrière sa capsule d'enkystement est ignoré par l'organisme. C'est la perméabilité de cette capsule qui permet la résorption des produits insolubles injectés tels que l'huile grise ou des composés bismuthiques. C'est parce que la capsule a laissé filtrer des produits résultant de l'attaque des C. E., et ceux-ci sont parfois toxiques, que les lésions peuvent diffuser au delà de la réaction d'enkystement. A l'inverse de celle-ci, cette « réaction de diffusion » varie selon la sensibilité du tissu au sein duquel se trouve le C. E.

B. — Autour d'un C. E. altérable, la réaction cellulaire est à peu près la même que le C. E. soit lentement ou rapidement résorbable. Dans ce dernier

cas, on note seulement une importance particulière de la zone de désintégration.

L'existence de cellules géantes semble liée à la possibilité pour le C. E. ou ses produits d'attaque d'être morcelés (Zierold). Elles manquent si le C. E. disparaît par transformation en produits solubles. Morcellement et dissolution sont du reste deux processus souvent associés.

G. — La toxicité pour les cellules des produits de désintégration d'un C. E. joue un rôle capital. C'est cette toxicité qui explique le caractère spécial des réactions cellulaires au contact d'inclusions métalliques :

— La zone de désintégration est la plus touchée : noyaux en picnose, foyer nécrotiques, parfois formation d'abcès aseptiques.

— La capsule d'enkystement plus épaisse, peut présenter une réaction scléreuse.

— Il existe une réaction de diffusion s'étendant plus ou moins loin et présentant parfois des caractères nettement inflammatoires avec néoformation de capillaires, afflux leucocytaire et même de véritables abcès.

Par contre, au contact de C. E. organiques (catgut par exemple) la résorption reste un processus intracapsulaire de digestion sans lésion nécrotique.

D. — L'inertie chimique d'un C. E. se caractérise au contraire par :

— L'absence de réaction de diffusion.

— Le peu d'épaisseur de la capsule d'enkystement qui ne comprend que quelques assises de fibroblastes.

— Une zone de désintégration réduite au minimum ; une couche unique de cellules épithélioïdes avec les échantillons d'ébonite que nous avons utilisés. Nous serions même tentés de croire que cette couche manque totalement en cas de C. E. rigoureusement inerte.

E. — Quelle est l'évolution de ces lésions ?

Elles n'apparaissent que quelques jours après l'inclusion du C. E. Au début, elles traduisent l'organisation de l'hématome qui a accompagné la pénétration du C. E., et parfois la réparation des nécroses cellulaires qu'a pu produire immédiatement un C. E. toxique. C'est le cas, en particulier, de la réaction qui suit une injection de bismuth insoluble (Levaditi, Jaffe)...

En cas de C. E. toxique, il semble qu'après un certain temps l'épaississement progressif d'une capsule fibreuse autour du C. E. s'oppose à la filtration de ses produits d'attaque. Ce phénomène a été surtout étudié à propos des injections d'huile grise et de bismuth. Dans ce dernier cas, une partie du produit injecté n'est parfois jamais résorbée et peut s'éliminer après des années.

La réaction persiste-t-elle indéfiniment ?

Pour les C. E. qui sont résorbés en totalité la réaction des tissus en contact disparaît elle-même, à

l'exception toutefois d'une réaction fibreuse si le C. E. a été long à se résorber. Certains auteurs ont retrouvé dans le péritoine à l'occasion de réinterventions, de petits nodules exclusivement fibreux ne contenant plus de C. E. qu'ils ont interprétés comme le reliquat de réactions autour de débris de compresses.

Autour de C. E. dits « non résorbables », la réaction persiste indéfiniment avec les mêmes caractères : la lésion élémentaire d'un paraffinome apparu huit ans après l'injection de paraffine (cellule géante contenant des enclaves de paraffine et entourée de tissu fibreux) est la même que la réaction autour d'un noyau de paraffine injecté depuis quinze jours. Grusdew a trouvé autour d'une pince oubliée dans la cavité péritonéale depuis 22 ans, une gaine de fibroblastes et des cellules géantes.

Tout en restant aseptiques, les lésions qui entourent un C. E. inclus peuvent dans certains cas s'aggraver.

Nous avons signalé l'extension des lésions par le seul fait du morcellement du C. E. (paraffine, fer dont se détachent des fragments de rouille). Chaque fragment du C. E. devient alors le centre d'une nouvelle réaction d'enkystement. L'existence de suppuration aseptique a été prouvée pour de nombreux C. E. (paraffine, fils de cuivre, et particulièrement bismuth insoluble). Dans ce dernier cas, (Lortat-Jacob, M. Pinard) une suppuration peut apparaître tardivement, après des années. Un traumatisme peut en être la cause. Enfin, l'âge, la tuberculose, les infections graves, en modifiant les défenses de

l'organisme peuvent créer une sensibilité accidentelle et tardive vis-à-vis d'un C. E. peu altérable et jusque-là bien toléré. En fait, le nodule d'enkystement d'un C. E. est comparable histologiquement à un nodule tuberculeux. Rien ne s'oppose à poursuivre l'homologie sur le terrain de la clinique et à invoquer pour expliquer certaines éliminations aseptiques de C. E. les mêmes circonstances qui entraînent le ramollissement et l'abcédation d'une lésion tuberculeuse.

F. — En étudiant des C. E. variés, nous avons trouvé une série ininterrompue d'intermédiaires entre les réactions qui entourent une substance altérable et toxique telle que le fer et celles qui encapsulent un C. E. à peu près inerte tel que l'ébonite.

La tolérance clinique des tissus vis-à-vis de la nature chimique des C. E. est inversement proportionnelle aux réactions cellulaires qui les entourent. C'est surtout la réaction de diffusion qui nous semble commander les phénomènes d'intolérance.

Les ophtalmologistes ont remarqué depuis longtemps que les accidents consécutifs aux C. E. intra-oculaires étaient en partie fonction de leur nature. Les C. E. en acier s'entourant d'une sidérose ne sont guère tolérés, de même les C. E. en cuivre ; par contre, l'émeri ou le verre le sont parfois remarquablement.

Nous pensons que ces notions sont applicables à la tolérance des C. E. inclus chirurgicalement.

Cas particuliers de la tolérance osseuse

Depuis une vingtaine d'années le problème a été très étudié.

Un des premiers reproches que l'on ait adressé à l'ostéosynthèse et qu'on lui adresse encore est la fréquence relative des retards de consolidation (1). On a souvent noté que l'ablation des plaques ou des lames avait une action heureuse sur un cal qui tardait à s'ossifier. Les études expérimentales de Hey-Groves, Zierold, Lange, etc., ont eu pour but de rechercher dans quelle mesure la nature du métal employé comme synthèse devait être incriminée, et quel était le matériel de choix.

Il ne s'agit là, nous le verrons, que d'un des aspects du problème des réactions de l'os aux C. E.

Nous regrettons de n'apporter à cette question

(1) CRETIN, dans sa thèse signale qu'après une fracture, le Ca soluble qui se trouve normalement dans l'os disparaît et se fixe probablement dans les muscles voisins. Le retour du Ca vers l'os, après la formation d'un milieu ossifiable interfragmentaire, se fait par la voie des dernières insertions musculaires respectées par le décollement traumatique du périoste. C'est là qu'apparaît la première ossification du cal.

Peut-être faut-il voir dans les grandes rugination nécessitées par l'ostéosynthèse, une cause de retard de consolidation, indépendante dans ce cas de la nature de l'appareillage d'ostéosynthèse.

qu'une expérimentation personnelle réduite. Cette expérimentation est, croyons-nous, une des plus difficiles qui soit, ce qui explique les résultats discordants qui ont été publiés :

Si l'on veut étudier les réactions de l'os exclusivement en rapport avec la nature chimique d'un C. E. à son contact, il faut :

— Eliminer toute réaction due au traumatisme opératoire sur l'os (résorption par seul phénomène congestif (Leriche), mécanisme de réparation spontanée d'une perte de substance, etc.). On connaît la fragilité du tissu osseux vis-à-vis du forage, de l'enclouage, etc. (Werner Block);

— Eliminer toute réaction due à un traumatisme exercé par le C. E. (Mobilité de celui-ci, pression sur l'os);

— Ne tenir compte naturellement que des cas à évolution aseptique, en se souvenant « qu'infection » ne veut pas dire toujours « suppuration » ; inversement, une suppuration peut être aseptique ; il faut donc un contrôle bactériologique constant ;

— Se souvenir que les lésions de l'os évoluent très lentement ; elles peuvent se réparer par places alors qu'elles progressent encore à d'autres endroits. On peut reprocher aux expériences de Zierold de ne porter que sur un court laps de temps, deux à six semaines.

— Ne pas oublier dans l'interprétation des résultats qu'au niveau d'un os, la réparation d'une lésion entraîne de nouvelles, exemple, la porose

d'une extrémité osseuse fracturée précédant l'apparition du cal.

— Enfin, les décalcifications nécessaires pour les examens microscopiques, très longues tout au moins pour l'os de chien, font souvent disparaître bien des réactions cellulaires.

*
* *

Les réactions du tissu osseux vis-à-vis de C. E. inclus reproduisent le processus que nous avons étudié au niveau des tissus plus simples.

a) Au contact d'un C. E. inclus dans une brèche osseuse plus large que lui, se forme une capsule conjonctive d'enkystement tapissée intérieurement par les éléments cellulaires qui caractérisent une zone de désintégration.

Pour une raison de place, cette réaction manque si le C. E., vis ou plaques a été exactement fixé au contact de la substance osseuse.

b) C'est exclusivement la réaction de diffusion qui nous occupera, puisqu'elle seule caractérise la sensibilité d'un tissu vis-à-vis d'un C. E.

Les conclusions que nous avons formulées en étudiant des C. E. divers inclus dans le muscle ou le péritoine, permettent de prévoir que ceux qui ne s'accompagnent d'aucune réaction de diffusion (ébonite) doivent être indifféremment à l'os ; inversement, les C. E. qui nous ont déjà montré une réaction de

diffusion importante (acier) sont susceptibles d'être mal tolérés par l'os.

Si la désintégration du C. E. met en liberté des produits toxiques et si l'effet partiellement protecteur d'une capsule d'enkystement fait défaut, les lésions de l'os doivent être plus importantes. En ce sens, l'ostéosynthèse sous-périostée est peut-être une erreur puisque la rugination du périoste supprime un tissu conjonctif aux dépens duquel se formerait la réaction d'enkystement.

Le comportement de l'os vis-à-vis d'un C. E. soulève deux problèmes :

— D'une part, l'action du C. E. sur le maintien au niveau d'un os normal et adulte, de son fardeau calcique ;

— D'autre part, l'action du C. E. sur un milieu ossifiable. C'est le cas du cal et cette dernière question à peu près seule a été très étudiée.

1^o Action du C. E. sur le tissu osseux adulte.

a) Nous avons vérifié qu'autour d'inclusions d'ébonite ou de caoutchouc exactement insérées dans un tunnel osseux, il n'y avait aucune tendance à la résorption de l'os ;

b) Autour du bronze d'aluminium, dans les mêmes conditions, nous avons trouvé une légère tendance du tissu compact à la porose ;

c) Cas du fer et de l'acier.

— Toujours dans les même conditions d'expérience, nous avons vu des chevilles d'acier aseptiques

et sans action traumatisante provoquer en deux mois un élargissement, parfois considérable, des canaux de Havers et la formation de lacunes de Howship.

Zierold a signalé l'équivalent au contact d'acier pauvre en carbone, inclus dans un os spongieux.

Frantz a rappelé qu'au contact d'une vis en acier les canaux de Havers étaient gorgés de particules ferrugineuses. Dans une de ses expériences (chien IV), après avoir fixé une plaque en acier doux bleuté par deux lames, à la surface d'un fémur non fracturé, fixation parfaite sans mobilité secondaire du matériel, il note au 70^e jour : « La lame compacte est très modifiée ; les canaux de Havers sont considérablement dilatés, en particulier, dans la couche superficielle. A ce niveau, la résorption osseuse est telle que la lame compacte prend une structure spongieuse... » A notre avis, ces lésions ne s'expliquent pas exclusivement par une pression exercée à la surface de l'os. Nous croyons que c'est à cette résorption de l'os au contact de l'acier, en particulier, qu'on doit attribuer en partie le déchaussement des vis d'ostéosynthèse, indépendamment de l'effet d'un mauvais montage mécanique.

A l'occasion d'une fracture ouverte de jambe que nous avons ostéosynthésée avec deux lames de Parham, en laissant la plaie ouverte, nous avons pu suivre l'effet toxique des sels de fer sur la vitalité de l'os :

Autour des lames, et s'étendant à quelques

centimètres d'elles, l'os présentait après trois semaines un aspect noirâtre dû à son imprégnation par des sels métalliques. Après 40 jours, cette zone colorée s'est détachée sous forme d'un séquestre à contours irréguliers ; il n'y eut, par contre, de nécrose en aucun point de la surface de l'os qui avait conservé une coloration normale.

d) Quel peut être le mécanisme d'action de certains de sels métalliques vis-à-vis du tissu osseux.

— La présence contre l'os d'un foyer inflammatoire même aseptique entraîne-t-elle de la résorption par le seul processus de phénomènes congestifs ? (Leriche).

— Doit-on admettre que le tissu osseux qui n'est qu'un tissu conjonctif spécialisé se différencie pour réagir contre la diffusion de produits toxiques.

— Il faut probablement dans la genèse de ces phénomènes faire intervenir les différents états sous lesquels se trouve calcium dans le tissu osseux. Cretin a montré qu'il y avait équilibre entre trois états : Ca soluble, Ca incomplètement fixé, Ca fixé. Toute disparition du Ca soluble s'accompagne d'une solubilisation du Ca incomplètement fixé, ce qui retentit enfin sur le Ca complètement fixé. Peut-être y a-t-il des combinaisons chimiques ou des réactions entre les sels de chaux et les sels de fer.

2° Action d'un C. E. sur un milieu ossifiable.

a) Nous rapporterons les conclusions de Zierold qui a publié le travail le plus complet sur cette

question, en signalant les points où il se trouve en contradiction avec d'autres auteurs.

Dans la meilleure série de ses expériences, Zierold ouvrait une brèche dans un tibia de chien ; dans cette brèche, il introduisait une lame métallique telle qu'il existait un espace mort entre le métal et l'os. Après six semaines, il recherchait le degré d'ossification du tissu néoformé qui avait comblé cette brèche.

« L'OR, — l'ALUMINIUM, — la STELLITE, sont bien tolérés par l'os et empêchent peu la réparation. » Doisy avait déjà préconisé l'emploi de l'aluminium. Il faut noter que l'or et un métal doré ne sont pas la même chose, la corrosion dans ce dernier cas du revêtement, peut mettre à nu un métal moins facilement toléré (Millet).

« L'ARGENT, — le PLOMB, facilement corrodés appellent une réaction plus importante d'un tissu conjonctif. »

« Le NICKEL a un effet nuisible sur la formation de l'os. » Hey Groves avait conclu qu'il n'avait pas d'action empêchante et Potarka avait recommandé son emploi.

« Le MAGNÉSIUM, à part l'action stimulante sur le tissu conjonctif retarde plutôt qu'il n'accélère la formation d'os. » Pour Hey Groves, le magnésium stimulerait la formation osseuse.

« Le ZINC s'oppose à la formation d'os nouveau. » Lange conclut de même pour le fer galvanisé.

« Le CUIVRE stimule la production d'os quoiqu'il

soit lentement résorbé. Quelques échantillons suggèrent qu'il peut être toxique pour les tissus directement voisins. »

« Le BRONZE D'ALUMINIUM semble perpétuer cette action toxique : il arrête franchement la régénération osseuse. » Lange conclut de même. Ceci est en désaccord avec l'opinion de Robineau qui considère le bronze d'aluminium comme un matériel de choix et l'emploie pour la fabrication des manchons.

« L'ACIER et, à un degré moindre le, FER arrêtent définitivement la régénération osseuse. » C'est la conclusion de beaucoup d'expérimentateurs étrangers en particulier Lange ; celui-ci doit même avouer que l'acier Krupp inoxydable spécial possède lui aussi cette action d'arrêt vis-à-vis de l'ostéo-genèse. Millet a montré qu'au niveau d'une plaque « l'os nouveau fuit le métal ». Trout a inséré des vis d'acier dans des os de jeune lapin et a noté un arrêt de la croissance.

A l'encontre de presque tous les expérimentateurs, Rolland, puis Frantz concluent que la constitution chimique du matériel ne joue qu'un rôle secondaire dans la tolérance de l'os vis-à-vis des appareils de synthèse.

b) Quel peut être le mécanisme d'action de certains sels métalliques vis-à-vis d'un milieu ossifiable ?

— Dans certains cas, argent en particulier, l'importance de la réaction scléreuse qui entoure le C. E. doit être mise en cause : « Le tissu scléreux a un rôle d'arrêt dans la formation du cal (Millet, Lexer).

— Benedicenti a montré qu'en secouant des solutions d'albumine non salées avec du fer, du cuivre, du plomb, du nickel de l'aluminium, des parties de ces métaux entraient en solution et se combinaient à l'albumine sous une forme masquée. Pour Cretin, une albumine ayant déjà fixé un sel métallique devient incapable de fixer le Ca.

— Peut-être seulement la présence des sels métalliques empêche-t-elle la surcharge calcique locale préliminaire de toute ossification par suite d'une combinaison chimique avec le Ca soluble.

*
* *

En conclusion, la nature du matériel employé comme agent de fixation dans une ostéosynthèse joue un rôle beaucoup plus important qu'on ne l'admet généralement en France.

L'acier, en particulier, condamné à l'étranger, est susceptible d'entraîner des lésions importantes :

- Une raréfaction de l'os sous-jacent ;
- Un retard de l'ossification du cal dans sa partie voisine du C. E.

- Une réaction importante des tissus péri-osseux.

Toutes ces lésions, dans la majorité des cas peu importantes, peuvent conduire à un échec soit du fait du volume du matériel employé, soit plutôt à cause d'une sensibilité particulière de l'opéré.

Nous verrons que pour d'autres raisons encore, d'ordre bactériologique, en particulier, un matériel de synthèse chimiquement inerte serait préférable.

FACTEUR BACTÉRIOLOGIQUE

Nous étudierons sous ce nom les éliminations septiques de C. E. inclus.

Beaucoup de chirurgiens admettent qu'un C. E. est toujours toléré sous condition d'être aseptique. En conséquence, toute élimination serait le résultat d'une infection et, s'il s'agit d'un C. E. opératoire, en principe aseptique, on invoque la localisation à son niveau, d'une infection générale.

Il nous semble qu'on ait exagéré le rôle de l'infection :

— Nombre de suppurations au niveau de C. E. sont aseptiques. Frund, en particulier l'a constaté par des examens bactériologiques systématiques. Nous avons déjà vu, et nous reviendrons sur ce sujet, qu'il existait des suppurations aseptiques qui relèvent seulement de l'irritation chimique produite par la désintégration du C. E.

— Par contre, pendant la guerre, plusieurs auteurs ont pratiqué desensemencements avec des éclats d'obus enlevés systématiquement en l'absence de tout phénomène inflammatoire depuis plusieurs mois. Lecène et Frouin, sur 24 cas ont vu 21 fois pousser des microorganismes variés tels que staphylocoques, streptocoques, et bacilles, la plupart facultativement anaérobies. Lésné et Phocas ont obtenu

la même proportion de résultats positifs et ont confirmé par inoculation au cobaye que ces microbes étaient parfois restés très virulents. Le Fort, sur 33 projectiles extraits, n'en a trouvé qu'un seul stérile.

On rencontre pourtant d'anciens blessés de guerre qui conservent dans leurs tissus des éclats d'obus ou des fragments de balle absolument silencieux.

*
* *

Nous étudierons les réactions infectieuses au contact de *C. E.* inclus en les classant selon leur date d'apparition, réactions précoces et réactions tardives.

Nous voudrions d'abord établir qu'un *C. E.* est souvent infecté, ou s'infecte par les circonstances mêmes de sa pénétration ou de son inclusion dans les tissus.

a) C. E. traumatiques. — Il n'est pas besoin d'insister sur ce fait qu'ils doivent être considérés comme septiques.

b) C. E. opératoires. — Au sens absolu du mot, il est difficile d'affirmer qu'une intervention soit rigoureusement aseptique :

— Au cours de toute intervention qui se prolonge, on trouve des germes dans la plaie opératoire et sur les instruments (Toupet). Ces germes sont, du reste, peu nocifs, mais à l'occasion d'un terrain favorable, une infection peut se développer dans la plaie

opératoire : sujet débilité, obèse, diabétique, présence d'hématome, artérite, etc. Carrel, pour étudier les sutures de l'aorte, a dû créer une « surasepsie ».

— Une plaie opératoire peut encore s'infecter par voie métastatique, les phénomènes de réparation des tissus jouant un rôle d'appel. Turco, Seiffert, Baj ont signalé la fréquence relative de bacillémie transitoire après intervention aseptique. Nous avons gardé le souvenir d'une intervention pour hernie dont les suites furent apyrétiques pendant 10 jours et sans complications du côté de la cicatrice. Le 10^e jour, survint une grave infection pulmonaire et le 13^e jour apparut dans la cicatrice un petit abcès qui révéla du pneumocoque pur.

En conclusion, les phénomènes infectieux que nous allons étudier surviennent au niveau de C. E. dont il sera souvent difficile d'affirmer qu'ils sont ou ont toujours été aseptiques.

*
* *

A. Les suppurations précoces

Dans les suppurations post-opératoires des premiers jours ou dans celles de plaies accidentelles, la présence du C. E. ne semble jouer qu'un rôle secondaire, s'il n'a par lui-même introduit des germes dans les tissus.

— Les tissus mortifiés par les ligatures en masse ou contus, les lambeaux musculaires ou aponévros-

tiques déchiquetés, à vitalité réduite, les hématomes, forment le terrain de culture de l'infection sans qu'il soit besoin d'envisager l'action de présence d'un C. E. qui n'a, du reste, pas eu le temps encore de se manifester.

Il n'en est plus de même les premiers jours passés.

Nous venons de rappeler qu'une plaie opératoire devait être souvent considérée comme subinfectée. A l'occasion du foyer réactionnel qui l'entoure et qui s'organise autour de lui, le C. E. semble entretenir à son contact une infection légère alors que celle-ci disparaît du reste des tissus qui se cicatrisent. Il se passe la même chose au niveau de petits hématomes.

Deux éventualités sont alors possibles : l'infection reste latente ou s'extériorise avec ou sans suppuration. Quels sont les facteurs qui favorisent cette aggravation de l'infection ?

— La virulence des germes joue certainement un rôle, mais, Lésné et Phocas l'ont fait remarquer : « microbisme latent » n'était pas synonyme de « virulence microbienne atténuée ».

— L'état de la plaie joue comme dans les premières heures un rôle, semble-t-il, capital en permettant dans les tissus mortifiés la pullulation microbienne. L'épluchage de la plaie opératoire, en conséquence, est une règle en matière d'ostéo-synthèse.

— Les traumatismes que peut exercer le C. E. sur les tissus voisins rendent ceux-ci plus sensibles à l'infection. Nous reviendrons sur ce point.

— Enfin et surtout, la réaction chimique de diffu-

sion qui entoure certains C. E. nous paraît jouer un rôle primordial : quand un C. E. aseptique conditionne déjà par sa nature même ou par sa surface une réaction importante des tissus voisins, il est à prévoir qu'en cas d'infection celle-ci trouvera là, le terrain favorable à un développement rapide.

En résumé, il existe après toute intervention abandonnant dans les tissus un C. E. aseptique, une phase critique pendant laquelle ce C. E. peut s'infecter par des mécanismes divers. L'extériorisation immédiate de cette infection dépendant, d'une part, du caractère irritatif du C. E. et, d'autre part, du traumatisme opératoire.

Il semble que ce soit la notion de cette phase critique qui ait conduit à mélanger un antiseptique à une substance étrangère que l'on veut abandonner dans les tissus. Les masses de plombage pour apicolyse ou pour cavités osseuses contiennent du vioforme, de l'iodoforme, etc. On a employé des catguts iodés ou collargolés. Il est curieux de noter ce retour vers l'antisepsie.

B. Les suppurations tardives

En présence d'une réaction infectieuse tardive au niveau d'un C. E. inclus, trois hypothèses seules se trouvent en présence. Il peut s'agir :

- a) D'un réveil de microbisme latent ;
- b) D'une métastase au niveau du C. E. d'une infection éloignée ;

c) D'une infection ayant gagné de proche en proche.
Nous discuterons la valeur de chacune de ces hypothèses.

1^o SUPPURATIONS TARDIVES PAR RÉVEIL
D'UN MICROBISME LATENT

La possibilité d'une infection légère étant admise au niveau d'un C. E., étant admis également que celle-ci peut ne pas s'être extériorisée immédiatement, deux questions se posent :

a) Un C. E. septique inclus dans les tissus demeure-t-il infecté ?

b) Dans cette éventualité, sous quelles influences peut-il y avoir réveil du microbisme latent ?

A. Un C. E. septique inclus dans les tissus demeure-t-il infecté ?

— L'existence du microbisme latent est démontrée dans nombre d'infections, en l'absence même de tout C. E. Nous rappellerons les réveils de pyélonéphrites gravidiques, de lésions gonococciques, etc. Les recherches pratiquées sur les éclats d'obus ont montré que ceux-ci sont encore septiques plusieurs années après la blessure. La réaction d'enkystement qui les entoure serait pour Le Fort d'autant plus importante que le C. E. est plus infecté, et Frouin a montré que le tissu scléreux semble soustraire les germes à l'action des leucocytes.

— Un problème est très voisin de celui-ci : le rôle d'un C. E. dans l'entretien d'une suppuration fistulisée. Thierry, en 1983, rappelait déjà que certaines suppurations au contact d'un C. E. ne disparaissent qu'après l'ablation de ce dernier. Par quel mécanisme peut agir le C. E. ?

S'il est poreux (soie) ou spongieux (éponge de caoutchouc) ou seulement perméable (fil de lin, crin), l'ablation du C. E. supprime un habitat microbien où les leucocytes ne peuvent pénétrer.

S'il est métallique, ses produits de décomposition peuvent entretenir autour de lui une zone de moindre résistance. Nous avons signalé l'existence de nécroses cellulaires autour du fer et de l'argent. Peut-être certains oxydes ou sels métalliques exercent-ils un chimiotactisme négatif vis-à-vis de la défense leucocytaire. Rugh Torrence a recherché, au contraire, si les métaux possédaient une action bactéricide. Il n'a vu *in vitro* aucun effet d'inhibition sur des colonies microbiennes et il lui a semblé, par contre, que l'acier, le plomb et l'aluminium étaient dans ces conditions d'expérience plus rapidement toxiques.

— La persistance de germes au contact d'un C. E. dépendrait donc de son altérabilité, et de fait, une suppuration peut parfois se tarir, et la plaie cicatriser malgré la présence de certains C. E. inertes au point de vue chimique.

Ducuing et Gauché ont remarqué chez l'animal qu'une nécrose de la peau mettant à nu la surface d'une prothèse en ébonite se répare totalement.

Nous avons observé plusieurs fois sur nos animaux d'expérience que des suppurations se tarissaient et la plaie cicatrisait malgré la présence d'un C. E. en caoutchouc. Nous rappellerons la classique observation rapportée par Delbet d'un drain de caoutchouc oublié par Chassaignac dans un abcès et retrouvé par hasard 20 ans après.

Voici une observation de M. Baumgartner :

— Tro..., opérée pour éléphantiasis, drainage lymphatique par tubes de caoutchouc. En 1930, apparition d'un abcès au niveau d'un des tubes ; incision de cet abcès. La plaie se cicatrice totalement en trois semaines sans qu'on ait enlevé le tube et sans que l'éléphantiasis ait récidivé.

Dans le cas de drains de caoutchouc tombés dans la plèvre, il est de règle de voir la suppuration persister jusqu'à l'ablation de celui-ci. Il semble bien que dans l'entretien d'une suppuration par un C. E. inerte, il y ait d'autres facteurs en jeu (drainage déficient, traumatisme exercé par le C. E., etc.).

B. *Sous quelles influences peut-il y avoir réveil
du microbisme latent ?*

Traumatisme : celui-ci, traumatisme opératoire en particulier, peut détruire la capsule d'enkystement du C. E., capsule qui s'opposait à la diffusion de l'infection latente. Les hématomes et les tissus contus au niveau d'un traumatisme favorisent évidemment la pullulation microbienne. Nous rap-

pellierons les exemples classiques de tétanos ou d'infections graves survenus après ablation chirurgicale d'un éclat d'obus pourtant toléré.

Certains états d'anergie : fatigue générale, dépression physique ou morale.

— N... Jean, blessé en 1915 par des éclats d'obus, présente, en 1930, un énorme phlegmon profond de la fesse gauche. Malgré les dénégations du blessé qui affirme que tous les éclats ont été enlevés et que du reste, il n'a plus jamais présenté de douleurs ou d'accidents depuis 1915, on trouve à la radiographie un éclat profond dont le siège est en rapport avec l'abcès. Cet abcès contenait du streptocoque pur. Nous n'avons retrouvé chez ce blessé aucune maladie infectieuse, ni grippe, ni angine, ni furonculose, ni même acné depuis sa blessure ; par contre, dans les semaines qui avaient précédé l'apparition de l'abcès le malade avait été surmené et très fatigué à l'occasion du commerce qu'il tenait.

Une infection intercurrente : il s'agit alors d'un réveil focal à l'occasion de la mobilisation des défenses de l'organisme.

— V..., blessé en 1917, conserve un éclat d'obus sous le cuir chevelu. Il n'en a jamais souffert. En 1924, à l'occasion d'une angine un abcès apparaît au niveau de son éclat. On évacue un pus contenant exclusivement du staphylocoque.

— M^{me} H..., conserve depuis 17 ans un fragment d'aiguille entre le 3^e et le 4^e métacarpien. Après sa blessure, elle a fait des accidents phlegmoneux à ce niveau. En 1931, à l'occasion de poussées de furonculose, elle refait

par deux fois, à 6 mois de distance les mêmes accidents locaux qui, du reste, ont guéri sans intervention.

Il serait intéressant d'étudier expérimentalement ces réveils d'une infection latente. On pourrait, par exemple, après inclusion de C. E. septiques, rechercher si la persistance d'un microbisme latent est en rapport avec l'irritation chimique que provoque le C. E. On pourrait chercher à obtenir l'élimination de C. E. septiques expérimentalement inclus, par des injections de doses exagérées de vaccin. Les travaux de Louis Bazy ont montré, en effet, que dans ces conditions, le vaccin ayant exacerbé l'intolérance de l'organisme pour une espèce microbienne, on peut provoquer des suppurations au niveau de foyers inflammatoires latents. On pourrait encore utiliser à l'exemple de Frund, cette propriété des rayons X d'exalter un microbisme latent et, dans l'ordre pratique il pourrait être utile avant une réintervention (ostéo-synthèse) sur un foyer ayant autrefois suppuré (fracture ouverte) de prévoir par une irradiation préalable si le C. E. sera toléré.

Nous croyons que la majorité des éliminations septiques de C. E. sont le fait du réveil d'un microbisme latent ; malheureusement, quand celui-ci survient à l'occasion d'une infection générale, il est toujours difficile en l'absence de contrôle bactériologique de faire la preuve formelle de ce mécanisme d'intolérance. Nous allons avoir de suite à discuter l'explication la plus communément admise quand l'élimination du C. E. accompagne une maladie infectieuse.

2^o *Métastase au niveau d'un C. E. inclus, d'une infection éloignée*

Nombre de chirurgiens admettent que tout opéré porteur d'un C. E. inclus (ostéo-synthèse, etc.) est à la merci d'une suppuration locale au cours d'une angine, d'une grippe, d'une furonculose, etc. La localisation de l'infection se ferait à l'occasion d'une bacillémie transitoire qui passe cliniquement inaperçue. L'existence de ces bacillémies au cours d'infections qui semblent exclusivement locales n'est plus à démontrer aujourd'hui. Elles expliquent en pathologie toutes les complications éloignées de furonculose, d'angine, etc. Il est prouvé également qu'un hématome profond peut, dans ces mêmes conditions suppurer; dans un cas rapporté par Bazy, l'origine de l'infection devait être recherchée dans une poussée d'acné.

Il nous semble qu'on ait exagéré la menace qui pèserait ainsi sur nombre d'opérés, menace qui sous certaines conditions à remplir par le C. E. pourrait être écartée.

a) Pour prouver qu'il y a eu métastase infectieuse au niveau d'un C. E., il faudrait démontrer que celui-ci était stérile, et nous avons insisté sur la fréquence d'un microbisme latent, dont l'origine doit être rapportée à l'acte opératoire lui-même.

Il faudrait également déceler le même microbe dans le pus environnant le C. E. et dans la lésion éloignée, origine de la bacillémie. Cette preuve

bactériologique manque presque toujours dans les observations que l'on rapporte. Nous avons relaté plus haut le cas d'un abcès survenu au niveau d'un éclat d'obus ancien à l'occasion d'une angine ; si nous n'avions recherché et trouvé dans le pus de cet abcès du staphylocoque, nous n'aurions pu faire la preuve d'un réveil de microbisme latent et cette observation aurait compté comme un exemple d'infection secondaire à une angine à streptocoque ou à pneumocoque.

b) Pour qu'une infection générale, même éphémère ait tendance à se localiser au niveau d'un C. E. il faut qu'il y ait une raison à cet appel, et cette raison l'anatomie pathologique doit la retrouver. C'est ici qu'apparaît la liaison avec les deux autres facteurs de tolérance : facteur mécanique et surtout facteur chimique.

Nous verrons que par les traumatismes qu'il exerce, un C. E. peut entretenir à son niveau un processus inflammatoire aseptique. Nous avons déjà fait la preuve de l'existence de cette réaction en rapport avec la nature chimique de certains C. E. : fer et cuivre en particulier. Il est tout à fait logique d'admettre alors qu'une bacillémie transitoire puisse infecter ce foyer congestif au même titre qu'un cartilage de croissance ou un hématome profond.

Par contre, l'étude histologique de la réaction des tissus autour de C. E. inertes tels que l'ébonite, ne montre rien qui puisse justifier à leur niveau une pareille localisation élective.

Nous regrettons de n'avoir pu faire chez l'animal quelques expériences à ce sujet ; nous aurions voulu après inclusion dans ses tissus, de C. E. divers et aseptiques, rechercher à leur niveau un microbe dont nous aurions secondairement infecté l'animal. Nous ne connaissons à ce sujet que l'expérience involontaire de Brissy qui, après avoir injecté du mercure en suspension à un cobaye atteint de coccidiose, vit se développer au niveau de l'injection un abcès à coccidies.

3^o INFECTION D'UN C. E. PAR VOIE DE CONTINUITÉ OU DE CONTIGUITÉ

On admet classiquement depuis Lambotte, et l'expérience de tous les jours le prouve, que le matériel d'ostéo-synthèse est moins bien toléré quand il est sous la peau qu'au niveau d'un os profond, le fémur par exemple.

En étudiant les réactions aseptiques et souvent fort importantes des tissus qui enclavent des C. E. tels que l'acier ou la paraffine, nous avons signalé que cette réaction qui passe inaperçue si le C. E. est profond, peut comprendre les téguments si le C. E. est superficiel.

A l'occasion de cette participation de la peau, une infection partie de petites lésions cutanées ou de la cicatrice peut gagner de proche en proche jusqu'au C. E. à la faveur de la réaction de diffusion qui l'entoure.

Walther a rapporté à une infection venue de lésions cutanées, si fréquentes dans l'éléphantiasis, les quelques abcès qui ont pu l'obliger à enlever secondairement les tubes de drainage perdus qu'il avait placés.

Tous ceux qui suturent les parois avec des fils non résorbables évitent toujours de placer un pareil fil de suture au contact d'un drain.

Cas particulier du bacille de Koch

Beaucoup de chirurgiens qui se refuseraient à pratiquer une ostéo-synthèse dans un milieu infecté solidarisent, quand ils font une résection du genou pour tuberculose, les surfaces tibiales et fémorales avec un fil métallique ou deux agrafes de Dujarier.

En 1930, Sorrel s'est vivement élevé contre cette pratique. Sur 23 malades suppurant après intervention, 17, c'est-à-dire les $\frac{3}{4}$ suppuraient, à son avis parce qu'il y avait un C. E. métallique. Au cours de la discussion qui a suivi cette communication, Lapointe, Lenormand, Brocq se sont rangés à cette opinion.

Par contre, Fredet constate qu'à condition de ne pas ulcérer mécaniquement la peau, un fil de bronze d'aluminium est bien toléré. Robineau fixe le tibia au fémur par deux grosses vis croisées en os de bœuf qui sont tolérées, dit-il, si elles ne prennent pas de jeu. Pour Leriche, la majorité des fistulisations

« signifie que le nettoyage des parties molles n'a pas été assez soigneux et qu'on a laissé en place des débris de synoviale fongueuse qui ont pullulé le long d'éléments métalliques et réinfecté l'os au niveau de la zone de traumatisme et de raréfaction que produit la synthèse ».

*
* *

En conclusion, la nature chimique d'un C. E. semble jouer un rôle très important quant aux phénomènes inflammatoires septiques qui peuvent survenir à son niveau :

— La réaction cellulaire due à une irritation d'ordre chimique est susceptible de favoriser la persistance au niveau du C. E. d'un microbisme latent qui pourra se réveiller.

— Cette même réaction inflammatoire aseptique joue un rôle d'appel vis-à-vis de germes passés à titre accidentel et éphémère dans la circulation.

FACTEUR MÉCANIQUE

Les traumatismes qu'un C. E. peut exercer sont de deux ordres selon qu'il y a ou non mobilité du C. E. par rapport aux tissus ou organes voisins.

I. Cas du C. E. Mobile

Le problème est le même si le C. E. est fixe, en contact avec un organe mobile.

— Le Fort a fait remarquer que les éclats d'obus de la plèvre sont toujours environnés d'une gangue scléreuse, dure et épaisse que la sonde cannelée ne peut dilacérer qu'avec peine. Le Fort oppose à cette constatation la minceur des capsules d'enkystement des projectiles intrapulmonaires; dans ce cas évidemment, le projectile et le tissu pulmonaire voisin ont des déplacements solidaires.

Il semble qu'il s'agisse là d'un processus en rapport avec la saillie brutale que peut dessiner le C. E., et tendant à atténuer le traumatisme qu'exerce un frottement répété. Nous avons remarqué sur des chiens que nos appareils d'étude (plaques), fixés à la surface d'un os, s'entouraient d'une réaction d'autant plus épaisse que le relief de l'appareil était brusque et sa saillie irrégulière. Inversement, une des capsules, d'enkystement les plus minces que nous ayons ren-

contrées, entourait un bloc d'ébonite, volumineux, mais à contours arrondis, que nous avons laissé deux mois inclus entre les muscles de la loge postérieure de la cuisse où il était resté mobile.

Rappelons que les migrations de C. E. traumatiques, mis à part les cas de pénétration de ceux-ci dans le système vasculaire, relèvent soit de la pesanteur, soit des contractions musculaires. Dans ces conditions, le cheminement d'un C. E. est toujours parfaitement silencieux, ce qui explique les surprises opératoires, tant que le C. E. reste profond.

— Contremoulins, dans les thèses de Frantz et Moruzi, a insisté sur la mobilité secondaire du matériel d'ostéo-synthèse comme cause de son intolérance. On peut faire remarquer que pour qu'il y ait mobilité secondaire, il faut qu'une première cause ait créé au contact de la pièce un processus d'ostéite raréfiante qui en permette le jeu ; celle-ci peut dépendre d'un traumatisme opératoire (mauvais taraudage, écrasement de lamelles osseuses) et aussi, nous l'avons vu, de la nature chimique du matériel employé (résorption osseuse au contact de l'acier). On peut dès lors se demander si l'ébranlement des pièces métalliques et les accidents qui l'accompagnent ne sont pas seulement le résultat et non la cause d'une intolérance d'ordre chimique, par exemple, dont l'effet se poursuit.

II. Cas d'un C.E. non mobile exerçant une pression

Dans de nombreux cas, la réaction des tissus est très simple et d'observation courante ; il s'agit de troubles de la vascularisation dont les conséquences vont de la formation de tissu scléreux à la nécrose par ischémie.

Il est beaucoup plus intéressant d'étudier l'effet d'une pression (ou d'une traction) sur un tissu conjonctif déjà différencié en raison d'une fonction mécanique : cartilage, tendon, et surtout os.

Il est peu de questions comme l'a fait remarquer Leriche qui soient plus confuses que l'effet des facteurs mécaniques sur le tissu osseux. Leriche ajoute : « Les auteurs mélangent le plus souvent l'influence des facteurs mécaniques sur la formation initiale de l'os et leur influence sur l'évolution de cet os formé et son maintien. » Ce tout dernier point est le seul qui nous intéresse : comportement de l'os vis-à-vis d'une pression.

L'accord sur ce sujet est loin d'être fait : Huter, Volkann et Jorés admettent qu'une pression entraîne la résorption de l'os. Pour Wolff, au contraire, il y aurait dans ces conditions, production d'os. Rabl hésite à conclure. Kirschner attache surtout de l'importance à la surface de l'os qui supporte la compression. Frantz tient compte de l'élasticité de l'os au delà de laquelle une pression entraînerait des lésions. Il nous paraît logique dans cette question

de faire intervenir la direction dans laquelle agit la pression par rapport à l'architecture normale de l'os : les canaux de Havers au niveau d'une diaphyse, les travées d'os spongieux au niveau d'une épiphyse dessinent les lignes de force des pressions et des tractions physiologiques en vue desquelles l'os est adapté. Il est à prévoir que la réaction de l'os doit être différente selon que la pression exercée expérimentalement ou accidentellement est parallèle ou perpendiculaire à ce système architectural.

Nous avons, à ce sujet, entrepris deux séries d'expériences.

A. — ACTION D'UNE PRESSION S'EXERÇANT
PARALLÈLEMENT A L'AXE D'UNE DIAPHYSE

Nous avons expérimenté sur le fémur du chien, os profond et d'abord facile par sa face externe.

— A 6 centimètres de distance, deux trous sont forés à travers la diaphyse, de 4 millimètres de diamètre et à direction transversale. Dans chaque tunnel et le remplissant exactement, nous avons introduit une tige métallique recouverte de caoutchouc et de longueur telle qu'elle dépassait de 5 à 6 millimètres la surface de l'os, tant sur sa face externe que sur sa face interne. Sur chaque face de l'os, une traction élastique en caoutchouc s'appuyant sur la saillie de chacune des deux broches tendait à les rapprocher selon une force que nous connaissions.

Le segment d'os soumis à cette pression longitudinale était choisie dans la partie rectiligne du fémur.

— Pour l'étude de pressions plus importantes, nous avons employé des ressorts en acier inoxydable, eux-mêmes engainés soit dans des tubes de caoutchouc, soit dans des tubes coulissants en bronze d'aluminium. Ceci pour empêcher tout accrochage par les ressorts des tissus voisins.

— Un dispositif analogue, mais ne portant pour des raisons de technique opératoire que sur la face externe de l'os a été utilisé dans d'autres expériences. La pression qu'exerçait cet appareil tendait selon les cas, soit à rapprocher, soit à écarter les deux broches qui transfixiaient l'os.

— Dans un quatrième type d'expérience, les deux tunnels étaient creusés dans le sens antéro-postérieur et les appareils de traction se trouvaient placés l'un contre la face antérieure, l'autre contre la ligne âpre.

Il est très important dans une pareille expérimentation de prendre un certain nombre de précautions destinées à éliminer toute altération de l'os imputable à une autre cause que les pressions que l'on étudie.

— La pression doit s'exercer sur l'os par l'intermédiaire d'une substance inerte, c'est-à-dire sans action propre sur les tissus osseux. Nous avons gainé nos pièces métalliques de caoutchouc ou d'ébonite.

— Toutes ces interventions ont été faites avec le maximum d'asepsie, champs pour border la peau et suture de la peau par un surjet intradermique au catgut.

— Afin d'éviter que le traumatisme opératoire n'entraîne à lui seul une résorption de l'os, nous avons opéré quelques chiens en deux temps. Dans un premier temps, pose des deux broches transfixiantes ; dans un deuxième temps, 15 jours après, pose de l'appareil de traction.

Nous avons répété douze fois, en les variant, ces expériences.

Les pressions exercées ont varié de quelques centaines de grammes à 3 kilogrammes ; en tenant compte de la surface d'appui des broches que nous employons, ceci représentait au maximum, évaluées par cm^2 de section d'os compact, des pressions atteignant 12 kilogrammes. L'écartement des broches était mesuré au pied à coulisse avant la fermeture de la plaie opératoire et mesuré de nouveau à l'autopsie de l'animal. Nos chiens ont été abattus de deux à cinq mois après l'intervention. En récupérant le matériel de traction, nous l'étalonnions.

Résultats. — Nous ne tiendrons d'abord compte que de 8 expériences qui furent conduites avec la rigueur nécessaire.

Macroscopiquement :

L'appareil d'études a été retrouvé enkysté dans une gangue plus ou moins épaisse.

L'écartement des tunnels que nous avons forés n'avait jamais varié ; aucun n'était ovalisé. La diaphyse dans son segment soumis à la pression paraissait normale. Il n'y avait aucune prolifération sous-périostée.

Histologiquement :

— Pas de réaction sous-périostée.

— L'os compact au point d'appui de la pression était normal. Pas de lacune de résorption, pas d'élargissement des canaux de Havers. Sur une coupe, nous avons même retrouvé une formation d'os nou-

veau entre la pièce qui appuyait et l'os qui supportait la pression.

— La moelle présentait contre les pièces qui la traversaient des ossifications que nous interprétons comme résultant de débris osseux entraînés par le forage.

Dans 4 cas, nous avons trouvé une réaction de l'os consistant en lacunes de résorption et des traces de nécrose superficielle de l'os.

Il s'agissait 2 fois d'animaux ayant suppuré, dans les deux autres cas, la pression sur l'os s'exerçait par l'intermédiaire de tiges en acier non gainées de caoutchouc.

Nos expériences sont incomplètes ; il faudrait rechercher si une pression s'exerçant au niveau d'un os spongieux, parallèlement à la direction de ses travées, est également bien tolérée.

B. — ACTION D'UNE PRESSION S'EXERÇANT PERPENDICULAIREMENT A L'AXE D'UNE DIAPHYSE

Nos expériences ont également porté sur le fémur du chien.

— Nous avons d'abord utilisé, à l'exemple de Rabl de petites pinces en fil d'acier dit « corde à piano », enserrant l'os. Ces appareils dont la boucle formant ressort doit se loger dans les muscles voisins se déplacent facilement et sont difficiles à gainer de caoutchouc ; nous les avons abandonnés.

— Pour l'étude de pressions faibles, nous avons utilisé de petits tubes de caoutchouc enroulés sous forme d'un

lien autour de l'os ; les deux extrémités de ce lien étant attachées à l'aide d'une soie. Connaissant la longueur initiale du caoutchouc, le périmètre de l'os qu'il enserre, et la largeur du tube une fois aplati par son enroulement autour de l'os, on peut, après étalonnement du tube que l'on a employé connaître la pression qu'il a exercé par cm^2 d'os — (en supposant que celle-ci se répartit de façon uniforme).

La largeur des strictions a varié de 3 à 6 millimètres et la pression par cm^2 de 100 à 500 grammes.

Le tube était placé tantôt sur le périoste, tantôt après que celui-ci ait été décollé.

— Pour l'étude de pressions plus fortes, nous avons utilisé un petit ressort à boudin engainé dans un tube de caoutchouc et enroulé à la façon d'un collier autour de l'os.

— Pour l'étude de pressions plus fortes et agissant sur une surface plus réduite, nous avons utilisé un appareil un peu compliqué où la traction de deux ressorts était transmise sur l'os après double renvoi par l'intermédiaire d'un fil de soie gainé de caoutchouc.

Résultats. — Nos animaux ont été abattus après un délai de un à six mois. Sur 12 expériences, nous n'avons eu qu'une suppuration.

Macroscopiquement :

Le lien élastique paraît profondément enfoncé dans l'os ; quand on le retire il semble avoir été logé dans un sillon.

Si l'on pratique immédiatement une coupe longitudinale de l'os, on s'aperçoit que ce sillon n'est en grande partie qu'apparent : il est surtout formé par deux berges d'ossifications sous-périostées qui s'arrêtent brusquement au niveau du C. E., parfois se rejoignent au-dessus de lui et diminuent en pente

douce quand on s'en éloigne. L'os compact participe plus ou moins à la formation de ce sillon qui nous a semblé d'autant plus profond que la striction a été plus forte ou s'est exercée pendant plus longtemps.

Microscopiquement :

— De chaque côté de l'anneau de caoutchouc, on voit des ossifications sous-périostées qui s'arrêtent brusquement au niveau de la capsule du C. E.

— L'os compact, sous la pression, est désagrégé ; il présente des lacunes de résorption de Howship, exagération de la dilatation des canaux de Havers. Ces lésions sont d'autant plus importantes que la pression exercée a été plus forte. Elles s'étendent sur toute l'épaisseur de l'os compact sans être, semble-t-il, plus marquées au contact du C. E. Elles s'étendent même, en s'atténuant peu à peu, au delà du niveau de la pression.

L'importance de la réaction sous-périostée nous a toujours paru en rapport avec le degré de désintégration de l'os. Il paraît y avoir eu réutilisation au plus près du matériel calcique libéré.

— La moelle présente aussi des ossifications nouvelles. A l'extrême, cas de pression forte, une coupe de l'os montre un aspect homogène, on ne reconnaît plus les limites de l'ancien os compact tant du côté de la moelle que du côté de la réaction sous-périostée.

Les 12 expériences que nous avons pratiquées nous ont toujours donné les mêmes résultats, mais avec des degrés dans l'étendue des lésions : celles-ci,

étant fonction de l'intensité de la pression et de la durée de son action. Nous n'avons jamais observé avec les appareils d'étude que nous avons inclus de séquestres lamellaires à la surface de l'os comprimé. — Nous avons, par contre, obtenu chez l'animal au cours d'autres expériences, des séquestrations massives de la diaphyse en exerçant à sa surface des pressions très fortes, soit avec un manchon de Contre-moulins, soit avec de larges colliers métalliques trop serrés.

Nous croyons pouvoir déduire de ces expériences que l'os supporte mal une pression s'exerçant perpendiculairement à la direction des canaux de Havers.

Nous regrettons de n'avoir pas poursuivi cette démonstration au niveau de l'os spongieux.

Quelle est la cause de cette résorption ? — Ischémie ? Peut-être, mais pourtant l'élasticité du fémur d'un chien adulte n'est pas telle que les canaux de Havers les plus près de la moelle puissent être étranglés par une pression s'exerçant à la surface de l'os, c'est-à-dire à travers 3 millimètres d'épaisseur d'os compact ; or, nous avons vu, que les lacunes de résorption se disséminent dans toute l'épaisseur de l'os.

— Leriche a rappelé l'importance des actions mécaniques vis-à-vis de l'état colloïdal. Peut-être faut-il admettre qu'une cellule osseuse adaptée à faire ses échanges tout en supportant une pression donnée souffre si la direction de celle-ci a changé.

Quel est le mécanisme de cette résorption ? — Nos documents histologiques ne nous permettent pas d'affirmer l'absence d'ostéoclastes. Rabl dit en avoir rencontré dans les lacunes de résorption. Bergmann n'en a pas vu.

*
* *

Les résultats auxquels nous avons abouti nous semblent en concordance avec d'autres travaux expérimentaux.

Rabl, par des ligatures élastiques autour de l'os, a obtenu des images de résorption en tout comparables à celles de nos coupes.

Bergmann a placé des laminaires dans le canal médullaire d'os de lapin. Quand il n'y avait pas fracture par pression exagérée, il a toujours obtenu des lacunes de résorption, des érosions de la corticale et une hyperplasie osseuse sous-périostée. Leriche signale qu'une pression s'exerçant par l'intermédiaire d'un cartilage est supportée, et ne l'est pas si elle s'exerce par l'intermédiaire du périoste. Ces deux types de pression sont précisément parallèles ou perpendiculaires au système architectural de l'os.

L'accord entre ceux qui ont étudié l'action des pressions sur l'os serait peut-être fait si l'on considérait que parfois la formation d'os nouveau n'est pas le résultat direct de la pression qu'on exerce (la pression n'a pas favorisé, l'ostéogénèse), mais la conséquence d'une résorption osseuse voisine, d'où

surcharge calcique locale suivie d'une réutilisation au plus près du calcium libéré.

*
* *

Les résultats que nous avons obtenus nous semblent également concorder avec certains faits cliniques ou opératoires.

A. — L'os tolère bien certaines pressions.

L'emploi qui se généralise des broches de Steinmann et surtout de Kirschner a révélé qu'elles ne coupaient pas. Les lieux d'élection pour la pose de ces broches et la direction dans laquelle on exerce la traction sont justement tels que la pression qu'exerce la broche sur le tunnel osseux qui la loge est parallèle au système architectural de l'os. C'est, en quelque sorte, une « pression physiologique ».

Koch a remarqué que la broche ne coupait pas dans des os spongieux tels que l'olécrane et l'extrémité inférieure de l'humérus. Dans ces cas, la broche traverse perpendiculairement l'épanouissement des travées osseuses dans l'épiphyse et la traction s'exerce parallèlement à la direction de celles-ci.

Une tentative de Willems, en 1918, nous semble une illustration de la théorie que nous soutenons : pour exercer une traction directement sur l'os, cet auteur vissait dans chaque condyle fémoral une tige métallique et sur la partie libre des deux tiges ainsi placées, il établissait une traction dans l'axe de l'os. Les nécroses osséuses avec mobilisation de ce ma-

tériel ont été d'autant plus fréquentes que les lacs de traction étaient attachés plus loin de la peau, c'est-à-dire que le bras du levier était plus grand et que la composante des forces s'écartait davantage de l'axe du membre.

B. — Il est très fréquent de constater en matière d'ostéo synthèse que le matériel de suture osseuse a, par la pression qu'il exerce, provoqué des lésions de l'os.

Si l'on analyse ces faits, on s'aperçoit qu'il s'est toujours agi de pression dont la direction était perpendiculaire au système architectural de l'os. Nous pourrions en multiplier les exemples.

Leriche et Policard, Millet constatent la présence constante sous les plaques de Lambotte d'un séquestre lamellaire, formé le 30^e jour, résorbé au 90^e jour formant le calque de la pièce métallique.

L'immobilisation rigoureuse d'un membre après ostéo synthèse a pour raison d'éviter qu'à chaque petit mouvement, la plaque ou la lame n'exerce une pression sur la corticale de l'os, pression considérable étant donné le bras de levier. Si, de plus par suite de mobilité secondaire du matériel d'ostéosynthèse, ou par défaut de montage mécanique, il y a jeu, ces pressions ne portent plus que sur un point, ce qui en exagère les conséquences.

Le manchonnage de fractures, méthode Robineau-Contremoulins, n'a d'autres sens que de répartir sur la plus grande surface possible cette pression à direction néfaste, ce qui en atténue les effets.

Le cerclage d'un os par lame de Parham exerçant une pression circulaire a été accusé de léser l'os sous-jacent. Il est de fait qu'on voit presque toujours à la radiographie contre la lame, ou à son niveau si elle a été enlevée, une zone d'ostéoporose. Dehelly et Schwartz, Cotton et Duff, Garr ont rapporté des cas de fracture transversale après cerclage par lame, d'une fracture oblique. Frédet a signalé dans les mêmes conditions des cas d'inflexion de l'os à la hauteur du cerclage. Il est très difficile de dire si c'est là l'effet d'une pression exagérée ou s'il ne s'agit pas seulement de lésions de l'os, secondaires au contact avec le métal utilisé, et plus importantes puisque contact circonférenciel.

Nous ferons remarquer que l'importance des ossifications sous-périostées ne faisant parfois que mesurer le degré d'ostéoporose, ce ne sont pas les plus gros cals qui sont les plus solides et qu'il faut faire marcher le plus tôt.

*
* *

Au niveau d'autres tissus conjonctifs, différenciés en vue d'une action mécanique, on pourrait probablement retrouver les mêmes causes de tolérance ou d'intolérance que nous avons étudiées pour l'os.

Le tendon, en particulier, semble accepter des tractions s'exerçant parallèlement à ses fibres : c'est la raison d'être des sutures en lacets.

FACTEURS ACCESSOIRES

L'étude de ces facteurs nous montrera qu'ils ne jouent de rôle qu'en rapport avec un ou plusieurs des facteurs principaux que nous avons étudiés.

*
* *

Volume et surface du C. E.

Indépendamment du poids qu'il peut traduire, le volume d'un C. E. n'a pas d'intérêt ; c'est la surface seule qui compte.

S'il s'agit d'un C. E. dont les produits de désintégration sont irritants pour les tissus, leur réaction sera d'autant plus importante que le C. E. présentera une surface plus grande à l'action des humeurs.

— Il est donc raisonnable d'éviter les C. E. volumineux s'il s'agit d'une matière telle que l'acier ou le cuivre.

— S'il s'agit, au contraire, d'un corps inerte tel que l'ébonite, le volume n'a plus aucune importance. La meilleure démonstration en est donnée par l'exemple des prothèses osseuses.

Nous rappellerons que la surface d'un C. E. augmente avec sa fragmentation. C'est, nous l'avons vu, dans le morcellement à l'extrême de la paraffine qu'il faut rapporter les accidents décrits sous le nom de paraffinome.

*
* *

Phénomènes électriques au niveau d'un C. E.

Kuttner, le premier a comparé un C. E. bi-métallique à un couple électrique. Le courant développé au contact des humeurs exagérerait la destruction de l'un des deux métaux et l'intolérance devrait être rapportée aux sels métalliques dégagés. Kuttner avait fait cette remarque à propos de C. E. traumatiques de guerre : balles ou fragments de balles comprenant une chemise et une âme.

Orsos a rapporté à son tour à un phénomène d'électrolyse, les accidents qu'il a observés en employant comme matériel d'ostéo synthèse des plaques en aluminium et des vis en laiton.

Scheede avait remarqué des suppurations constantes en se servant de plaques en bronze d'aluminium et de vis en acier. Ces suppurations avaient disparu en ne modifiant de la technique opératoire que le bi-métallisme du matériel inclus.

Forser a mesuré l'intensité du courant développé par le couple aluminium-laiton dans une solution de liquide de Ringer.

A la fermeture, le courant a une force de 0,25 mm A. — en 10 secondes, par polarisation, il tombe à 0,12 ; — après 14 heures, il est encore de 0,08. Si l'on tient compte de la durée du séjour d'un matériel de synthèse dans les tissus, on peut soupçonner les dégâts produits.

Cette critique des synthèses bi-métalliques semble justifiée (Cunéo, Rolland). C'est l'opinion admise en France où, du reste, on n'a jamais employé de métaux si différents.

On a voulu étendre les méfaits d'une électrolyse au matériel doré ou nickelé. La mince couche de revêtement une fois désagrégée pour une cause quelconque, un couple électrique se formera et activera la désintégration du métal qu'il fallait protéger.

*
* *

Situation du corps étranger

Beaucoup de chirurgiens enlèvent systématiquement le matériel d'ostéo-synthèse fixé au niveau d'un os superficiel et le laissent, au contraire, si ce C. E. est profond.

Cette intolérance depuis longtemps remarquée des C. E. superficiels, n'est que le fait, en grande partie, de l'extériorisation plus facile de la réaction qui les entoure.

Cette réaction dépend avant tout de la « zone de diffusion » que peut provoquer la nature chimique du C. E. Dans d'autres cas, il peut y avoir, nous l'avons étudiée, infection de proche en proche du C. E., toujours en raison de son intolérance chimique. Enfin, un C. E. superficiel, peut ulcérer mécaniquement la peau.

Il faut considérer comme C. E. superficiels non

seulement ceux qui sont sous les téguments mais ceux aussi qui sont au voisinage de cavités normales ou pathologiques, infectées ou susceptibles de l'être. C'est ce qui permet, pensons-nous, d'expliquer en partie la suppuration des masses de plombage employées dans les apicolyses. La réaction des tissus au contact de la paraffine qui est à la base de ces masses, finit par comprendre le tissu pulmonaire infecté, et l'infection envahit peu à peu l'ensemble des tissus qui enclavent le C. E.

Peut-être serait-il préférable d'employer comme substance de remplissage en cas de décollement pleuro-pariétal, un produit plus inerte que la paraffine et non susceptible de morcellement. Le caoutchouc a été utilisé autrefois sous forme de ballonets (d'application difficile) ou d'éponges (dans lesquelles se fait de la rétention s'il y a suppuration). Le Dr Roux-Berger a deux fois utilisé du caoutchouc mousse que ses opérés semblent avoir bien toléré.

*
* *

Facteur personnel

Pour expliquer certaines intolérances précoces ou tardives, on a parfois invoqué une sensibilité particulière du sujet. Rien ne s'oppose à admettre que des phénomènes d'idiosyncrasie puissent exister vis-à-vis de métaux dès l'instant que ceux-ci sont altérables au sein des tissus

Au sujet des paraffinomes et des accidents tardifs consécutifs à des injections de produits bismuthiques insolubles, nous avons rappelé l'opinion de ceux qui ont soulevé l'hypothèse d'une sensibilité accidentelle à la suite de tares ou de maladies.

Il serait intéressant de rechercher par le moyen de cuti-réactions si certains accidents d'intolérance tardive vis-à-vis de matériel de synthèse ou de prothèse ne traduisent pas également une sensibilisation de l'organisme pour un métal donné.

*
* *

Nous avons décrit un certain nombre de facteurs qui nous semblent régler les manifestations d'intolérance des tissus vis-à-vis des C. E. Certaines conditions remplies, un C. E. peut-il être accepté définitivement par les tissus ? Ceux-ci, au contraire, manifestent-ils toujours une tendance à expulser de leur sein tout ce qui n'est pas vivant ? N'y a-t-il pas à l'occasion du contact avec un C. E., rupture d'une sorte d'équilibre vital entre les tissus qu'il sépare. On peut faire remarquer que le schéma de la réaction histologique vis-à-vis des C. E. se rencontre dans l'organisme quand une substance perd ses propriétés de matière vivante : cytotéatonecrose, vieux hématomes enkystés, xanthomes parfois, inclusions épidermiques dont les lamelles épidermiques sont phagocytées, etc.

Il faudrait pour conclure, pouvoir affirmer qu'un

C. E. est rigoureusement inerte, inattaquable par les cellules et les humeurs et constater après inclusion dans les tissus que ceux-ci ne présentent à son contact aucune réaction cellulaire de l'ordre de celles que nous avons décrites sous le nom de « réaction de désintégration ». Celle-ci peut être considérée comme une véritable plaie des tissus, entretenue par la présence du C. E.

Il est très logique dès qu'on serre une discussion de biologie de placer la question sur le terrain des actions physico-chimiques. Delbet, à propos de la tolérance du caoutchouc a soulevé l'hypothèse « d'une sorte d'accord entre le colloïde qu'est le caoutchouc et les colloïdes qui constituent nos humeurs et nos tissus ».

Peut-être un jour devra-t-on conclure qu'il y a là un nouveau « facteur de tolérance » à peine soupçonné aujourd'hui.

Actuellement, nous devons nous contenter de formuler les conditions qui sont nécessaires, si ce n'est suffisantes à l'acceptation définitive d'un C. E. par les tissus. Le C. E. idéal serait celui que n'entourerait aucune réaction. Nous ne le connaissons pas, mais un certain nombre de substances, sous certaines conditions d'emploi, en approchent.

CONCLUSIONS

1. — La tolérance des tissus vis-à-vis de C. E. chirurgicaux (matériel de synthèse, de prothèse, etc.) n'est qu'un cas particulier d'un chapitre de pathologie générale. Le sort d'un C. E. inclus dans les tissus, quel que soit ce C. E., dépend d'un certain nombre de facteurs, d'importance inégale, que l'on comprend mieux quand on multiplie les circonstances d'observation.

2. — Facteur chimique. — De la nature chimique d'un C. E. dépend une double réaction cellulaire :

— D'une part, une réaction conjonctive d'enkystement composée d'une capsule plus ou moins fibreuse, tapissée intérieurement d'une couche plus ou moins épaisse de cellules épithélioïdes, cellules géantes, macrophages.

L'importance de cette dernière zone — zone de désintégration — mesure l'altérabilité du C. E. ;

— D'autre part, au delà du nodule ainsi formé dont les parois sont perméables, les tissus voisins peuvent présenter des altérations en rapport avec la toxicité des produits résultant de la désintégration du C. E.

Ces lésions peuvent aboutir à des suppurations aseptiques. Au niveau de l'os, cette « réaction de diffusion » retentit sur le fardeau calcique quant à son maintien au niveau d'un os adulte et quant à son apparition au niveau d'un tissu ossifiable.

3. — Facteur bactériologique. — Les éliminations septiques des C. E. sont surtout le fait de réveil d'un microbisme latent à l'occasion de traumatisme, d'infections, ou de tout état susceptible de modifier les défenses organiques. Dans d'autres cas, il s'agit de métastase au niveau du foyer réactionnel environnant le C. E., d'une infection éloignée, à la faveur d'une bacillémie transitoire.

4. — Facteur mécanique. — La mobilité d'un C. E. ne joue par elle-même qu'un rôle secondaire quant à la tolérance des tissus.

Les traumatismes que peut exercer un C. E. doivent être surtout rapportés à des pressions sur des tissus voisins. Si ces pressions s'exercent sur un os, déjà différencié en vue d'une fonction mécanique, ces pressions sont tolérées, ou entraînent, au contraire, une résorption, selon qu'elles sont parallèles ou perpendiculaires au système architectural de l'os.

5. — A ces trois facteurs principaux, il faut ajouter quelques facteurs accessoires :

— Le volume du C. E. qui ne joue qu'en raison de sa nature chimique ;

— La formation d'un couple électrique au niveau

d'un C. E. bi-métallique, entraînant la destruction rapide de l'un des deux métaux.

— La situation superficielle ou profonde du C. E. qui favorise certaines infections de proche en proche et surtout extériorise une réaction qui autrement passerait inaperçue ;

— Peut-être enfin, certains sujets manifestent-ils une sensibilité particulière vis-à-vis des produits de désintégration de C. E., métalliques ou non.

D. — De tous ces facteurs, le plus important semble être le facteur chimique ;

La nature du C. E., la toxicité pour les cellules de ses produits de désintégration :

— Commande certaines suppurations aseptiques d'apparition inopinée et parfois tardive ;

— Favorise la persistance au niveau du C. E. d'in microbisme latent ;

— Joue un rôle d'appel vis-à-vis des germes passés dans la circulation à titre accidentel.

7. — L'étude de ces facteurs et des réactions qu'ils commandent permet de prévoir quel sera le sort d'un C. E. inclus :

— Un C. E. infecté est toujours sous menace d'élimination.

— Un C. E. traumatisant est en voie d'élimination.

— Un C. E. entraînant par sa nature chimique une importante réaction cellulaire doit être considéré comme en voie d'élimination.

— Il semble qu'un C. E. aseptique, non traumatisant, et surtout rigoureusement inerte chimiquement, puisse être considéré comme accepté définitivement par les tissus.

Vu :

Le Président de la thèse,
M. LÉNORMANT.

Vu :

Le Doyen,
BALTHAZARD.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER,
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

Nous indiquerons seulement les travaux que nous avons consultés. La tolérance des tissus pour les C. E. touche trop de sujets pour qu'il soit possible d'en donner une bibliographie complète.

BAEYER VON. — Corps étrangers dans l'organisme. *Beitr. z. Klin. Chir.*, 1908.

BAEYER VON. — Tolérance du bronze. — *Mund. Med. Wschr.* 1909.

BAEYER VON. — C. E. dans l'organisme. *Beitr. z. Klin. Chir.*, 1923.

BAEYER VON. — A propos de la tolérance des métaux chez les mammifères. *Ges. g. Morph. und Phys. in München*, 1909, novembre.

BAJ. — Bactérimies après opérations aseptiques. *Archiv. Ital. di Chir.*, 1930, mars.

BEAUME. — Prothèse en ivoire des os pour réparer les pertes de substance (contient les obs. de Mauclaire). *Th. de Paris*, 1927.

BERGMANN. — *Arch. f. klin. Chir.*, 1927, p. 569.

BERTELMAN. — Sur la septicémie ou bactériémie post-angineuse. *Ztrbl. f. Chir.* 1927, mars.

BINET et VERNES. — Recherches histo-physiologiques sur le sort de l'huile injectée dans le tissu sous-cutané. *Ann. d'Anat. Path.*, janvier 1927.

BLOCK. — Réaction de l'os à la suite de forage. *Arch. f. klin. Med.*, 1925, 25 novembre.

BRANCATI. — Sur le plombage des os avec le plâtre idoformé. *Ann. Ital. di Chir.*, 1930, décembre.

BRANDES. — Contribution à la pseudo-tuberculose péritonéale par C. E., citée par Vaccari.

BRISSY. — *Th. de Paris*, 1908.

CAPITAN. — Prothèse crânienne par plaque d'or, résultat anatomique 10 ans après. *Acad. de Médecine*, 1916, 14 mars.

CAROSSINI. — Microbisme et plaies de guerre anciennes. *Il Policl.*, 1918, décembre.

- CASSAET. — *De l'absorption des C. E. solides*. Paris, Doin éd., 1891.
- COLES. — *Emploi du filigrane d'argent dans les hernies*. Lancet 1924, février.
- COOPER. — Pseudo-tuberculose du péritoine par C. E. *Ann. of Surg.*, 1906.
- CORNER. — Considérations sur le sort des fils de soie enfouis dans les tissus. *Proc. of the Royal of. Med.*, 1921, mai.
- CORNIL et RANVIER. — *Anat. Pathol.*
- CRETIN. — *Recherches sur l'ossification et la réparation des os fracturés*, 1929, 1 vol. Le Mans.
- DAHL IVERSEN. — Sur la fréquence et la durée de l'ostéite après ostéosynthèse. *Acta Chir. Scandin.*, 1928, janvier.
- DAHL IVERSEN. — Ostéosynthèse avec matériel résorbable. *Arch. f. klin. Chir.*, 1930, avril.
- DELBET. — Endoprothèses. *Revue de Chir.*, 1918. (Contient les obs. sur les endoprothèses au caoutchouc et à l'ébonite exécutées par Delbet avant 1918).
- DORSY. — De la prothèse interne au moyen de plaques d'aluminium. *Th. de Lille*, 1898.
- DURAND René. — C. E. multiples du péritoine. *Soc. Anat.* 1920.
- DURKE. — Recherches expérimentales sur le sort du fil de cellulosepure dans les tissus. *Dtsch. Ztschr. f. Chir.*, 1924, décembre.
- EGIDI. — *Il Polincl. Sez. Chir.*, 1920.
- ESTOR. — Prothèses craniennes par plaques d'or. *Rev. d'Orthop.* 1918, avril.
- FIESHI. — « Nuova Carne ». *Rev. de Chir.*, 1914.
- FORESTIER. — Vasinomes tardifs. *Assoc. franç. pour l'étude du cancer*, 1929, p. 152.
- FRANCHETTI. — Sur les cellules géantes du C. E. *Lo Speriment*, 1903.
- FRANÇOIS Julien. — Traitement de l'éléphantiasis des membres par l'application définitive de tubes de caoutchouc dans le tissu cellulaire (contient les op. exécutées par Walther), *Th. de Paris*, 1919.
- FRANTZ. — L'ostéosynthèse métallique (étude expérimentale), *Th. de Paris*, 1925.
- FRUND. — Irradiation excitante pour découvrir les infections latentes. *Ztrbl. f. Chir.*, 1924, 13 décembre.

- FRUND. — Les causes de suppuration des pièces métalliques implantées en vue d'une ostéosynthèse. *Ztrbl. f. Chir.*, 1926.
- GALLARD. — Toxicité des tubes de caoutchouc employés en chirurgie. *New York Med. Journal*, 1921, février.
- GARR. — Fractures spontanées à la suite de cerclage. *The Journal of bone and Joint Surg*, 1926.
- GAUCHET. — Prothèses en ébonite chez les coqs (contient les travaux de Docuing), *Th. de Toulouse*, 1921.
- GAZOTTI. — Les réactions de l'os vis-à-vis des moyens de fixation. *Ann. Ital. di Chir.*, 1923.
- GRIMM. — Hypersensibilité vis-à-vis du caoutchouc. *Klin. Wschr.* 1927, juillet.
- HEY GROVES. — *Brit. Journal of Surg.*, 1913, vol. 50, p. 43.
- GRUSDEW. — C. E. dans la cavité péritonéale. *Ztrbl. f. Chir.*, 1906, p. 1103.
- HERZOG. — Expériences à propos de la tolérance du C. E. *Ziegler Beitr.*, 1909, vol. 61.
- JORES. — Influence de la pression sur les os. *Ziegler Beitr.*, 1925.
- JUCKFUSS. — *Arch. f. Exp. Path. und Pharm.*, 1893.
- KAMPZT. — *Beitr. z. klin. Chir.*, 1914.
- KONIG. — Sur les C. E. inclus dans les os. *Ztrbl. f. Chir.*, 1928, 14 avril.
- KUBANYI. — Formation du cal et équilibre acide base. *Arch. f. klin. Chir.*, 1930, février.
- LAMBOTTE. — *Ostéosynthèse*, Paris, 1913, 16 octobre.
- MAX LANGE. — Le fil d'acier Krupp utilisé pour la suture des os. *Ztschr. of Orthop. Chir.*, 1926, pp. 519-547.
- LAUX. — Les réactions dynamiques des muscles et des ligaments sur l'architecture de l'os. *Ann. d'Anat. Path.*, 1930, 4 avril.
- LECÈNE et FROUIN. — Le microbisme latent dans les plaies de guerre. *Acad. des Sciences*. 1916, 1^{er} mars.
- LECÈNE et FROUIN. — Recherches sur le mécanisme d'enkystement du C. E. et du microbisme latent. *Acad. des Sciences*, 1916, 15 mai.
- LE FORT. — Les modes de réaction et de défense des tissus vis-à-vis des projectiles. *Soc. de Chir.*, 1918, p. 733.
- LEMERLE. — Contribution à l'étude expérimentale des prothèses osseuses. *Th. de Paris*, 1907.

- LENORMANT et RAVAUT. — Les tumeurs artificielles par injections sous-cutanées d'huile minérales. *Ann. de Dermatol. et Syph.* 1926.
- LERICHE et POLICARD. — *Physiologie normale et pathologique de l'os*. Paris, 1 vol., 1926.
- LERICHE et POLICARD. — *Soc. de Chir.*, 1918, p. 1145.
- LÉSNE et PHOCAS. — Présence de microorganismes vivants à la surface de projectiles inclus dans les tissus de cicatrice. *Acad. des Sciences*, 1916, 14 août.
- LESSER von. — Sur le comportement du catgut dans l'organisme *Virchow's Arch.*, 1884.
- LETULLE. — *Anat. Path.*
- LYONNET. — Collapsus chirurgical des sommets. *Th. de Paris*, 1930.
- MALGAT. — Traitement par l'ostéosynthèse des fractures, résultats éloignés. *Th. de Paris*, 1924.
- MARQUIS. — Les limites actuelles de l'asepsie opératoire. *Pr. Médicale*, 1928, février.
- MAUCLAIRE. — Bibliographie des prothèses osseuses. *Soc. de Chir.*, 1927, p. 1363.
- MAUCLAIRE et JALAGUIER. — C. E. abandonnés dans la cavité abdominale. *Soc. Anat.*, 1893.
- MICHAELIDES. — C. E. oubliés dans la cavité abdominale après laparotomie. *Münch. Med. Wschr.*, 1931, octobre.
- MILLET. — Contribution histo-pathologique à l'étude des prothèses osseuses. *Th. de Lyon*, 1919.
- MORUZI. — Synthèses et prothèses osseuses. *Th. de Paris*, 1930.
- MULLER. — Expériences concernant l'influence du facteur mécanique sur les os et les zones d'accroissement. *Bruns Beitr. z. klin., Chir.* 1923, fasc. 2.
- NEUMANN. — Les causes d'insuccès d'ostéosynthèses. *Arch. franco-belges de Chir.*, 1926.
- ORSER. — Sur les courants électriques produits par les sutures osseuses. *Ztrbl. f. Chir.* 1925, mai.
- PAYR. — Cranioplastie par plaques de celluloïd. *Ztrbl. f. Chir.*, 1920, 6 novembre.
- PELS. — La question des sutures perdues. *Dtsch. Ztschr. f. Chir.*, 1931, mai.
- PIÉCHAUD. — *Th. de Bordeaux*, 1921.

- PLATON. — 100 observations d'isolement des nerfs par du caoutchouc. *Soc. de Chir.*, 1918, p. 850.
- PRENANT. — Les cellules géantes. *Revue gén. des Sciences*, 1910. 15 mars.
- PRUVOST. — Prothèse en vulcanite platinée pour une extrémité supérieure d'humérus (Obs. de Péan). *Tf. de Paris*, 1896.
- RABL. — Expérimentation sur le rôle de la pression sur les os, *Arch. f. klin. Chir.*, 1927, t. 145, p. 515.
- RÉGNER. — Fractures de jambe fermées, ostéosynthèses métalliques, résultats éloignés. *Th. de Paris*, 1930.
- REHNERT. — Le catgut, sa résorption. *Dtsch. Ztschr. f. Chir.*, 1930. juin.
- ROBINEAU. — Prothèse en ébonite. *J. de Chir.*, 1926.
- ROBINSON. — Plombage des os à la masse de Delbet. *Th. de Paris*, 1925.
- ROLLAND. — Contribution à la pratique de la chirurgie osseuse, *Th. de Paris*, 1920.
- SCHÖNBAUER. — Recherches bactériologiques sur la teneur en bactéries de plaies opératoires aseptiques. *Arch. f. klin. Chir.*, 1923, avril.
- SEELIG. — Le fil de magnésium comme matériel de suture et de ligature résorbables. *Arch. f. Surg.*, 1924, mars.
- SEELIGMAN, LAMY-TORILLON et FALCONNET. — *Le caoutchouc*, 1896, 1^{er} octobre.
- SEIFFERT. — Bactériémie après intervention aseptique. *Soc. All. de Chir.*, 1925.
- SIMON et FONTAINE. — Kyste à C. E. calcifié. *Soc. Anat.*, 1924.
- SOCIÉTÉ de CHIRURGIE. — *Discuss. sur l'ostéosynthèse*, 1924.
- SOCIÉTÉ de CHIRURGIE. — *Discuss. sur l'emploi de rubans métalliques*, 1924.
- SORREL. — Quelques points de technique de la résection du genou pour tumeur blanche. *Soc. de Chir.*, 1930, octobre.
- STANLEY et GATELLIER. — *Brit. Journal of Surg.*, 1921, octobre.
- THIERRY. — Corps étrangers, *Soc. Anat.*, 1893.
- TORRENCE RUGH. — Action bactéricide de divers métaux. *The Journal of bone and Joint Surg.*, 1928, octobre.
- TRIPPIER. — *Traité d'Anat. Pathol.*

- PROUT. — *Ann. of Surg.*, 1915, t. LXI, p. 717.
- VACCARI. — Réactions au contact du caoutchouc. *Arch. ital. di Chir.*, 1922, avril.
- WALTHER. — Eléphantiasis : drainage perdu toléré depuis 12 ans. *Soc. de Chir.*, 1929.
- WEISS. — De la tolérance des tissus pour les Corps étrangers. *Th. pour l'agrégation*, Paris, 1880.
- WILLEMS et GOORMAGHTIGH. — La tolérance des os pour les vis à extension. *Soc. de Chir.*, 1918, p. 681.
- WORINGER. — Les granulomes à corps étrangers de la peau. *Strasbourg, Méd.* 1930.
- ZIÉROLD. — *Réactions de l'os à des métaux variés*. 1924, vol. 9, p. 365.

Saint-Amand (Cher). — Imprimerie R. BUSSIÈRE. — 18-5-1932
